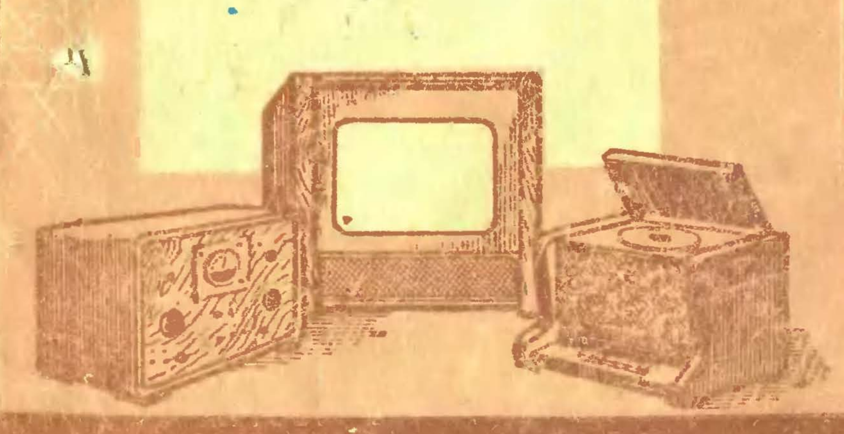
ВСЕСОЮЗНОЕ ДОБРОВОЛЬНОЕ ОБЩЕСТВО
СОДЕЙСТВИЯ АРМИИ, АВИАЦИИ и ФЛОТУ

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

ВЫПУСК

4



ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ • МОСКВА – 1957

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

Выпуск 4

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ
Москва — 1957

ОГЛАВЛЕНИЕ

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

Выпуск 4

Редактор **Васильев А. А.** Художеств. ред. **Васильев Б. А.**
Техн. редактор **Цигельман Л. Т.** Корректор **Лапидус В. Н.**

Сдано в набор 11/II-57 г. Подписано к печати 31/VIII-57 г. Формат 84×108 1/32 2,5 физ. п. л. = 4,1 усл. п. л. Уч.-изд. л.= 3,995. Г-32440. Тираж 100 000 экз. Изд. № 2/996. Цена 1 руб.

Издательство ДОСААФ, Москва, Б-66, Ново-Рязанская, 26
Отпечатано с готового набора в 1-й типографии Профиздата.
Москва. Крутицкий вал, 18. Заказ 1029.

В. Иванов

МАГНИТОФОН СЕЛЬСКОГО РАДИОЛЮБИТЕЛЯ

Звукозапись на ферромагнитную ленту — одна из наиболее удобных и доступных для радиолюбителя записей. Но необходимость применения электрического двигателя при таком способе звукозаписи как будто ограничивает поле деятельности тех сельских радиолюбителей, которые не имеют возможности пользоваться сетью переменного тока. Однако привести в движение магнитную ленту можно и с помощью пружинного мотора. С этой целью в описываемой конструкции используется механизм от переносного граммофона, имеющего на конце оси винтовую нарезку М6.

Магнитофон размещается в ящике с внутренними размерами 315×174×140 *мм*. На верхней его панели размещается лентопротяжный механизм, а внутри усилитель.

Лентопротяжный механизм

Скорость движения ленты 96 *мм/сек*. Кассеты вмещают 90 *м* ленты, что позволяет производить непрерывную запись в течение 15 мин. При записи (или воспроизведении) лента перематывается (рис. 1) с подающей кассеты *1* на приемную *6* с помощью ведущего ролика *5*, укрепленного на оси механизма. Необходимое натяжение ленты осуществляется за счет трения между нижней поверхностью съемной кассеты и фетровым кольцом, укрепленным на неподвижном диске подающей кассеты. Для направления движущейся ленты служат неподвижные направляющие ролики *2* и *4*.

Отсутствие этих роликов может вызвать перекос ленты по отношению к щели головки, а так как при движении ленты величина этого перекоса будет непрестанно из-

меняться, то в результате значительно ухудшится воспроизведение высоких тонов.

Передача движения от механизма к приемной кассете осуществляется с помощью пружинного пассика 7. Для его изготовления стальную проволоку диаметром

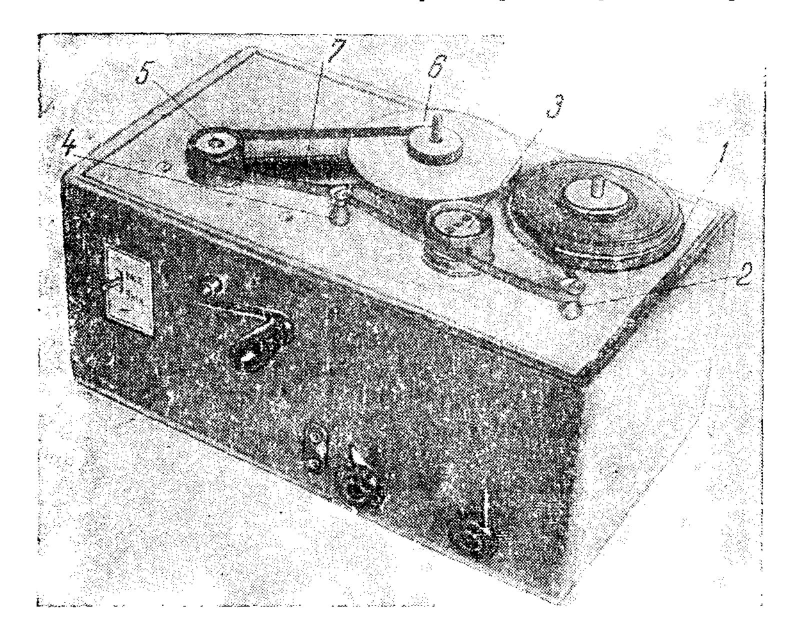


Рис. 1. Общий вид магнитофона

0,3—0,4 *мм* с помощью дрели навивают виток к витку на прут диаметром 2 *мм*. Общая длина полученной спирали должна быть около 300 *мм*. Концы спирали спаиваются, и получается кольцо диаметром 95 *мм*.

При изготовлении деталей для лентопротяжного механизма особое внимание следует обратить на точность изготовления ведущего ролика 5. Малейший эксцентриситет будет вызывать «плавание» звука.

Включение и выключение лентопротяжного механизма осуществляется рычагом регулировки числа оборотов мотора (рис. 2). Ручка от этого рычага через прорезь выводится на переднюю панель.

В положении «Включено» ручка рычага поднимается до упора, установленного в прорези. Местоположение этого упора подбирается таким образом, чтобы скорость вращения ведущего ролика была 70 оборотов в минуту.

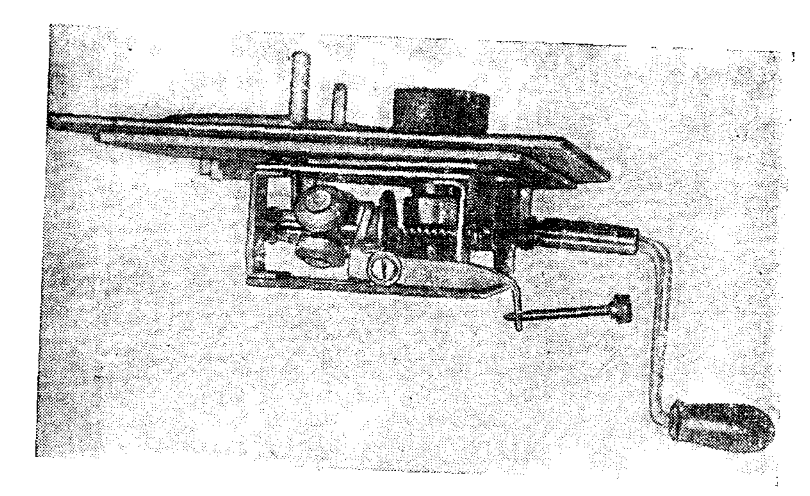


Рис. 2. Устройство рычага включения двигателя

Обратная перемотка ленты осуществляется непосредственно с правой кассеты на левую, как это показано на рис. 3.

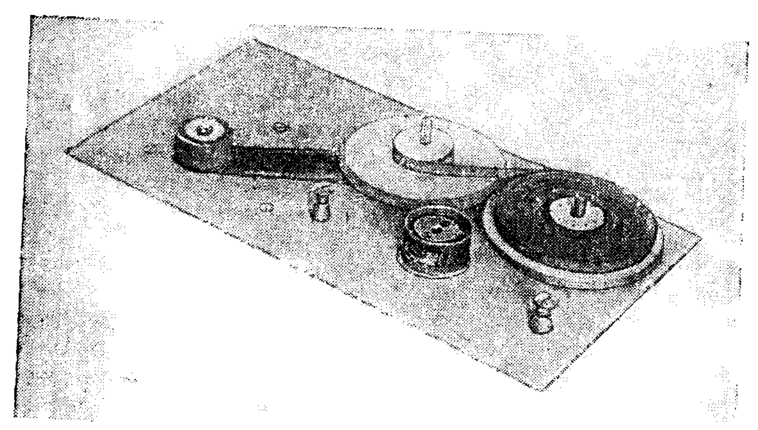


Рис. 3. Зарядка магнитофона лентой при обратной перемотке

Для уменьшения внешних наводок магнитная головка 3 (см. рис. 1), укрепленная на верхней панели лентопротяжного механизма, заключается в стальной экран с крышкой.

Для его изготовления следует использовать листовую сталь толщиной около 1 *мм*. Внутренний диаметр экрана

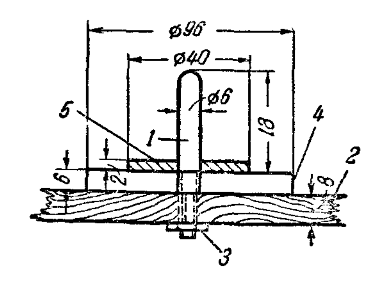


Рис. 4. Устройство подающей кассеты:
1 — стальная ось, закрепленная на верхней панели *2* с помощью гайки *3*; *4* — фанерный диск диаметром 96 *мм*, подклеенный к верхней панели; *5* — кольцо из фетра, подклеенное к диску

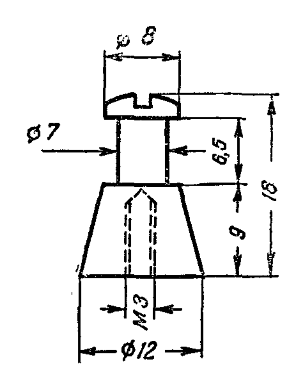


Рис. 5. Неподвижный ролик из бронзы или латуни. Для лентопротяжного механизма нужно два таких ролика

42 *мм*, высота — 22 *мм*. В передней части экрана, как это указано на рис. 3, нужно сделать прорезь шириной 10 *мм* для ферромагнитной ленты. Изготовленный экран должен быть хорошо отожжен. Для этой цели удобно воспользоваться русской печью. Экран помещают в печь и нагревают докрасна, а затем зарывают в горячую золу. Через 4—5 час. после полного остывания печи экран можно вынуть. Отожженный таким образом экран нужно очистить от окалины и покрасить. В местах соприкосновения экрана и его крышки краску нужно аккуратно счистить, чтобы обеспечить надежный контакт.

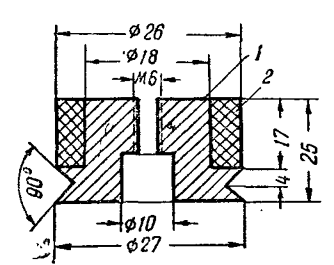


Рис. 6.
1 — ведущий ролик. Изготовляется из мягкой стали или латуни; *2* — резиновое кольцо

В данной конструкции используется универсальная магнитная головка от магнитофонной приставки типа МП-1.

При наличии какой-либо другой заводской головки, имеющей пакет толщиной 7 *мм*, ее нужно несколько переделать. Толщину пакета пермаллоевого сердечника необходимо уменьшить до 3,5 *мм*. Каркасы для катушек нужно изготовить новые, чтобы они плотно сидели на сердечнике. На каждую катушку следует намотать по 1000 витков провода ПЭЛ-1 0,1. В рабочий зазор головки вставляют прокладку из бронзовой фольги толщиной не более 15 микрон. Задний зазор в сердечнике головки не делают.

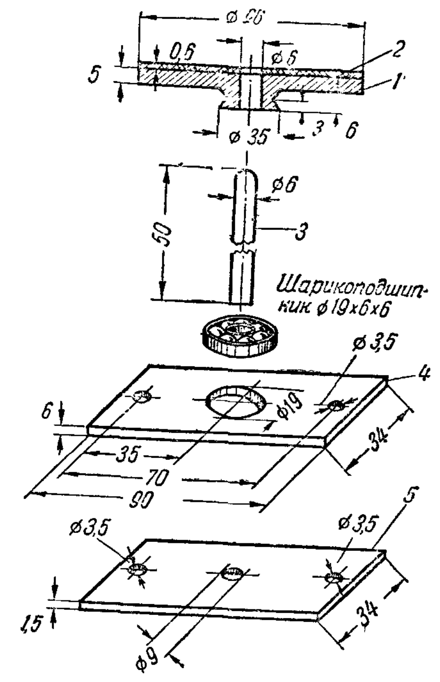


Рис. 7. Устройство приемной кассеты. *1* — диск со шкивом, вытачивается из дерева. На него накладывается резиновый диск *2*, верхнюю поверхность которого делают шероховатой с помощью крупнозернистой шкурки; *3* — стальная или латунная ось. Диск *1* должен туго сидеть на этой оси; *4* и *5* — опорные планки из листовой стали. В центральное отверстие планки *4* туго вставляется шарикоподшипник 19×6×6. В этот шарикоподшипник также туго должна входить ось *3*. Отверстия по краям планок *4* и *5* служат для крепления их к нижней стороне верхней панели

Во избежание появления шумов магнитную головку со входом усилителя соединяют экранированным двухпроводным кабелем. Желательно, чтобы провода по возможности имели меньшее сечение и были свиты между собой таким образом, чтобы на каждый сантиметр длины провода приходилось два-три скрещивания. Экранирующая оплетка соединяет-

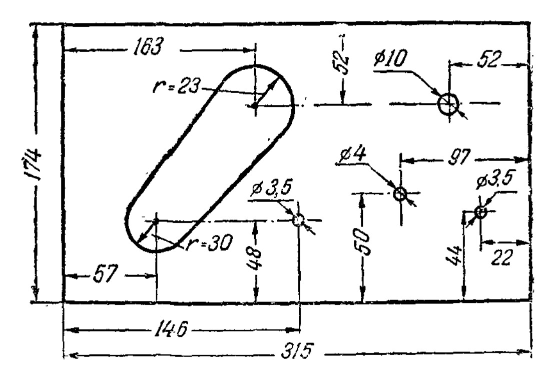


Рис. 8. Верхняя панель лентопротяжного механизма. Изготовляется из фанеры

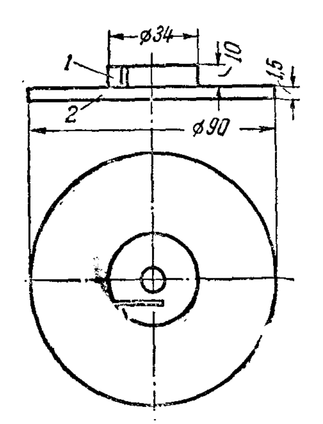


Рис. 9. Съемные кассеты: *1* — кольцо из дерева. Имеет пропил для закрепления ленты; *2* — диск из картона. Кольцо *1* наклеивается на диск *2*

ся с экраном головки и шасси усилителя.

Чертежи деталей, используемых в лентопротяжном механизме, приведены на рис. 4—9.

Усилитель

Принципиальная схема усилителя приведена на рис. 10.

Усилитель магнитофона используется при записи и при воспроизведении. Переход с записи на воспроизведение осуществляется с помощью переключателя рода работ $П_1$—$П_3$. При записи он устанавливается в положение «*З*», а при воспроизведении — в положение «*В*».

В усилителе применены две лампы 1Б1П ($Л_1$ и $Л_2$) и две лампы 2П1П ($Л_3$ и $Л_4$). Развиваемое на выходе усилителя напряжение при воспроизведении вполне достаточно для громкого прослушивания записи на телефонные трубки. Для прослушивания записи на громкоговоритель используется отдельный усилитель (см. рис. 15) или низкочастотная часть радиоприемника.

Рис. 10. Принципиальная схема усилителя для записи и воспроизведения

Для обеспечения неискаженной записи в обмотку магнитной головки одновременно с током звуковой частоты подают ток подмагничивания, создаваемый генератором высокой частоты (лампа $Л_4$). Лента, устанавливаемая в аппарат для записи, должна быть предварительно размагничена или, как говорят, стерта.

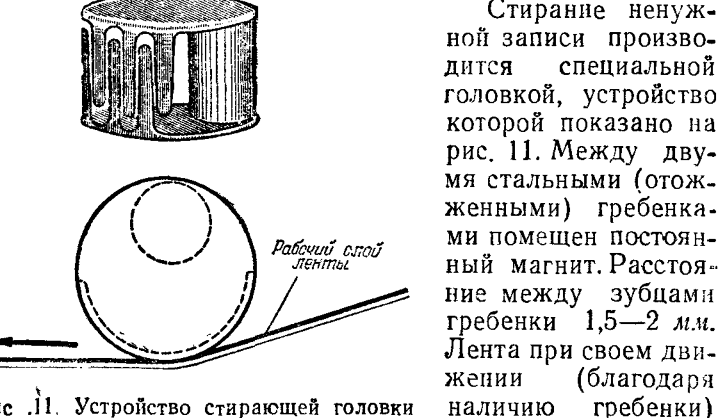


Рис. 11. Устройство стирающей головки

Стирание ненужной записи производится специальной головкой, устройство которой показано на рис. 11. Между двумя стальными (отожженными) гребенками помещен постоянный магнит. Расстояние между зубцами гребенки 1,5—2 *мм*. Лента при своем движении (благодаря наличию гребенки) проходит попеременно мимо разных полюсов магнита и претерпевает ряд последовательных намагничиваний в противоположных направлениях. Гребенка имеет полукруглую форму, головка же на время стирания укрепляется на панели магнитофона таким образом, что крайние зубцы гребенки не касаются движущейся ленты. В связи с этим поля, через которые проходит лента, постепенно ослабевают. В результате запись на ленте стирается. Головкой стирания не следует касаться универсальной головки во избежание намагничивания ее и увеличения в связи с этим уровня шумов.

Для устройства такой головки можно использовать любой имеющийся под руками магнит.

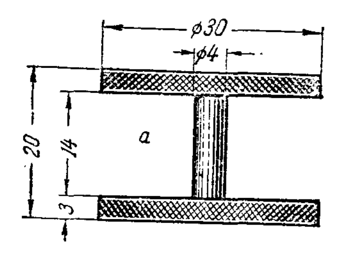
Детали усилителя

Микрофон можно использовать пьезоэлектрический от слухового аппарата. Если имеется динамический микрофон типа СДМ или РДМ, то для включения его необходимо изготовить входной трансформатор. Сердечник этого трансформатора должен иметь сечение 4 *см*². Первичная обмотка содержит 400 витков провода ПЭЛ-1 0,09, вторичная — 4000 витков провода ПЭЛ-1 0,09. При намотке первичная обмотка располагается между половинами вторичной обмотки. Входной трансформатор должен иметь хорошую экранировку. Для этой цели он заключается в толстостенную отожженную железную коробку. Выходной трансформатор *Тр* имеет сердечник сечением 2,6—3 *см*² (например, из пластин Ш-12, собранных встык в пакет толщиной 22 *мм*). Обмотка *I* содержит 5800 витков провода ПЭЛ-1 0,09; через каждые 1500 витков прокладывается слой конденсаторной бумаги толщиной 0,05 *мм*. Обмотка *II* содержит 1500 витков провода ПЭЛ-1 0,15.

Между обмотками *I* и *II* прокладывается один слой писчей бумаги, пропитанной парафином. Трансформатор заключается в стальной отожженный экран.

Для катушки резонансного контура L_1 и обмоток катушки генератора необходимо выточить каркасы из органического стекла (плексигласа) или из дерева.

Деревянные каркасы следует пропитать горячим, но не доведенным до кипения парафином. Размеры каркасов приведены на рис. 12. Обмотка катушки L_1 содержит 7100 витков провода ПЭЛ-1 0.09. Катушка заключается



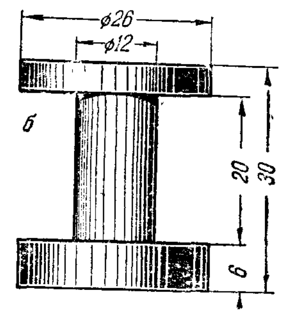


Рис. 12.
а — каркас катушки резонансного контура; *б* — каркас катушки генератора

в хорошо отожженный экран из полосовой стали толщиной 1—1,5 *мм* с внутренним диаметром 31 *мм* и высотой 21 *мм*. Обмотка катушки генератора L_2 содержит 600 витков, L_3 — 1200 витков и L_4 — 100 + 50 + 50 витков. Для намотки используется провод диаметром 0,1 *мм* в эмалевой изоляции (ПЭЛ-1).

На каркас (рис. 12,*б*) наматывается обмотка L_2, затем L_3; после этого прокладывается один слой писчей бумаги, пропитанной парафином, и наматывается обмотка L_4. Катушка генератора заключается в металлический (латунный или алюминиевый) экран с внутренним диаметром 28—30 *мм* и высотой 35 *мм*.

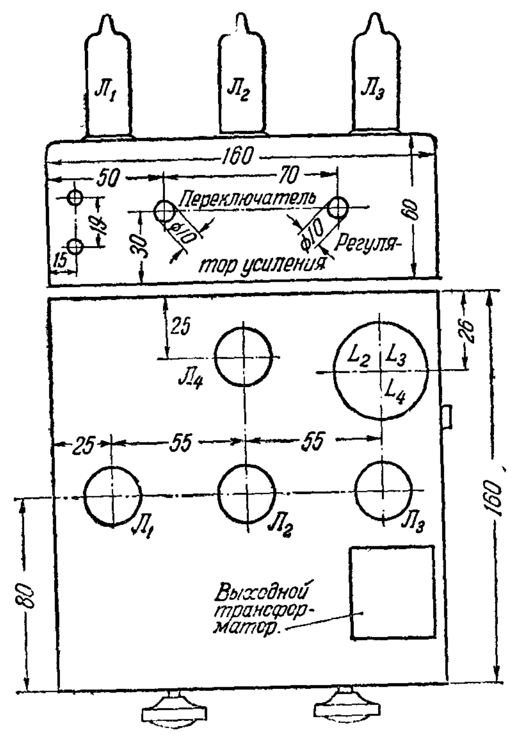


Рис. 13. Чертеж шасси и расположение основных деталей

Переключение усилителя с режима воспроизведения на режим записи осуществляется с помощью одноплатного переключателя от радиоприемника.

Шасси усилителя изготавливается из листовой стали толщиной 1,5 *мм*. В качестве материала для шасси можно также использовать алюминий. Расположение основных деталей на шасси и его размеры приведены на рис. 13.

Для питания цепей накала ламп усилителя можно использовать один элемент типа 6С-МВД, а для питания

анодных цепей — батарею типа БАС-60. Зажимы для подключения проводов от батарей, а также гнезда выхода располагаются на задней стенке шасси усилителя, а в ящике против них делается прорезь.

Налаживание усилителя

После сборки нужно еще раз, очень внимательно, осмотреть монтаж и убедиться в правильности всех соединений. Затем следует вынуть лампу генератора $Л_4$, поставить переключатель в положение «Запись» и подсоединить источники питания. Включив на выход усилителя телефон и прикасаясь отверткой к сетке лампы $Л_3$, а затем $Л_2$, убеждаются, что усилитель работает. Это будет подтверждать появление громких звуков в телефоне. Следует коснуться отверткой и входных гнезд усилителя, предварительно повернув ручку регулятора усиления R_5 в положение минимальной громкости, чтобы не вызвать пробоя выходного трансформатора. Подобная проверка покажет правильность выполнения соединений. Затем нужно замкнуть перемычкой входные гнезда и, вращая ручку регулятора громкости R_5, убедиться в отсутствии самовозбуждения. При любом положении ручки регулятора усиления на выходе усилителя не должны прослушиваться свисты. Эти же действия следует повторить, повернув переключатель в положение «Воспроизведение».

Для дальнейшей проверки следует воспользоваться проигрывателем и звукоснимателем. Сигнал от звукоснимателя подается к концам сопротивления R_5. При этом звучание должно быть достаточно громким, без искажений.

Теперь можно приступить к испытанию магнитофона в целом (вместе с лентопротяжным механизмом). Лампу $Л_4$ возвращают на свое место. Включив на вход усилителя микрофон, произносят какую-либо фразу или ведут счет. Остановив движение ленты, припаивают провод, идущий от контакта «*З*» переключателя $П_2$ к выводу *2* обмотки L_4 генератора, и, включив лентопротяжный механизм, повторяют фразу (или счет). То же самое следует проделать, припаяв указанный провод к третьему выводу обмотки L_4.

Последующим воспроизведением записи определяют, на каком участке ленты качество записи получилось наи-

лучшим, и соответствующее ему соединение провода от переключателя $П_2$ с выводом обмотки L_4 оставляют как рабочее для данного типа ленты. Улучшению звучания верхних частот способствует явление резонанса, возникающее в контуре, образованном индуктивностью обмотки магнитной головки и конденсатором C_3. Точный подбор величины этой емкости имеет большое значение и легко осуществляется на слух при воспроизведении сделанной ранее записи.

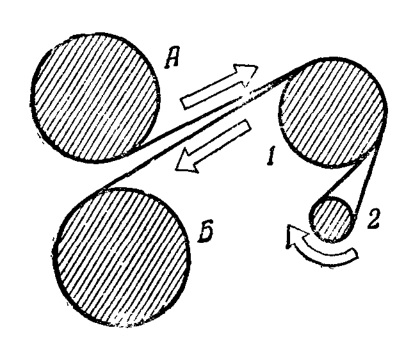


Рис. 14. Кинематическая схема шлифовки ленты

Качество ферромагнитной ленты имеет очень большое значение для работы при скорости движения 96 *мм/сек.* Улучшить качество имеющейся в продаже ленты типа 1Б можно путем шлифовки ее рабочего слоя. В результате шлифовки отдачу ленты в области высших звуковых частот можно повысить в два раза. Для осуществления этого следует воспользоваться добавочным устройством, кинематическая схема которого приведена на рис. 14. Лента сматывается с рулона *А* и наматывается на рулон *Б*, проходя на своем пути мимо вращающихся роликов *1* и *2*. На участке соприкосновения на ролике *1* лента движется в разных направлениях и соприкасающиеся рабочие поверхности взаимно шлифуются.

Оконечный усилитель

Усилитель (рис. 15) имеет два каскада. В первом каскаде используется лампа 1Б1П, а во втором — две лампы 2П1П, включенные по двухтактной схеме.

В оконечном каскаде предусмотрена возможность работы в экономичном режиме при пониженном расходе энергии питания для случая, когда по условиям работы допускается меньшая выходная мощность. Для этого переключателем $П_1$ снимается питание с одной из половин нити накала (что уменьшает расход тока и по анодной цепи), а переключателем $П_2$ громкоговоритель

Рис. 15. Оконечный усилитель

включается на часть вторичной обмотки выходного трансформатора. Последнее необходимо, так как при данной смене режимов внутреннее сопротивление ламп увеличивается, что вынуждает повысить коэффициент трансформации. В усилителе применена отрицательная обратная связь. Напряжение обратной связи подается со вторичной обмотки входного трансформатора на сетку первой лампы.

Первичная обмотка выходного трансформатора *Тр* контрольного усилителя содержит 3400 витков провода ПЭЛ-1 0,1 и имеет отвод от 1700-го витка. Ее сопротивление постоянному току около 550 *ом*. Вторичная обмотка содержит 70 витков провода ПЭЛ-1 0,55 и имеет отвод от 49-го витка. Сердечник собран из пластин Ш-15; толщина набора 23 *мм*. Громкоговоритель типа «0,5 ГД-5». Обмотка дросселя *Др* содержит 8000 витков провода ПЭЛ-1 0,1; отвод сделан от 4000-го витка. Сердечник дросселя выполнен из пластин Ш-15; толщина набора 20 *мм*.

Для питания оконечного усилителя используются самостоятельные батареи, размещенные в его ящике.

В. Анисимов

ПРИЕМНЫЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ АНТЕННЫ

Передача телевизионных сигналов производится в диапазоне ультракоротких волн на специально отведенных частотах (телевизионных каналах): 49,75—56,25 *Мгц* 59,25 — 65,75 *Мгц*, 77,25 — 83,75 *Мгц*, 85,25—91,75 *Мгц* и 93,25—99,75 *Мгц*. В дальнейшем будут дополнительно выделены частоты в диапазоне 100—217 *Мгц*. Прием сигналов на первых пяти каналах осуществляется с помощью полуволнового и петлевого вибраторов, антенны типа «волновой канал», синфазной, ромбической и других видов антенн.

Основные электрические свойства антенны определяются входным сопротивлением, шириной полосы пропускаемых ею частот и коэффициентом усиления антенны.

Входное сопротивление вибратора определяется распределением тока и напряжения в нем. Полное входное

сопротивление полуволнового вибратора выражается формулой

$$Z_{вх} = R_{вх} + jX_{вх},$$

где $R_{вх}$ — активная составляющая входного сопротивления;

$X_{вх}$ — реактивная составляющая;

$j = \sqrt{-1}$.

Таким образом, эквивалентная схема антенны, изображенная на рис. 1, представляет собой контур, резонирующий на определенной частоте. Если система настроена в резонанс, то входное сопротивление антенны является чисто активным. Телевизионные антенны, используемые на практике, имеют входное сопротивление, изменяющееся в зависимости от длины вибратора, его диаметра и расстояния между элементами антенны. При отклонении от резонанса входное сопротивление приобретает индуктивный характер в случае увеличения частоты и емкостный — при уменьшении ее.

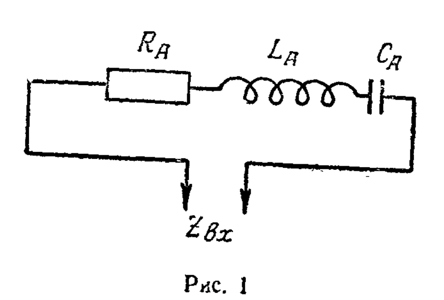


Рис. 1

Появление реактивной составляющей уменьшает отдачу полезного сигнала, поэтому с изменением частоты на входных зажимах антенны наблюдается различная величина сигнала (антенна имеет определенную частотную характеристику, подобную резонансной кривой контура). Для увеличения полосы пропускания, в значительной степени определяющей качество изображения, необходимо увеличить распределенную емкость антенны, например утолщением лучей вибратора. Поэтому телевизионные антенны обычно изготовляются из трубки различного диаметра.

Способность антенны принимать электромагнитную энергию с определенных направлений характеризуется диаграммой направленности в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Подобные диаграммы для полуволнового вибратора (без учета влияния земли) изображены на рис. 2. Чем уже диаграмма, тем большим коэффициен-

2 Зак. 1029

том направленного действия (КНД) обладает антенна.

Коэффициентом усиления антенны называется произведение коэффициента направленного действия антенны на ее коэффициент полезного действия. Им характеризуется выигрыш антенны по мощности сигнала как за счет

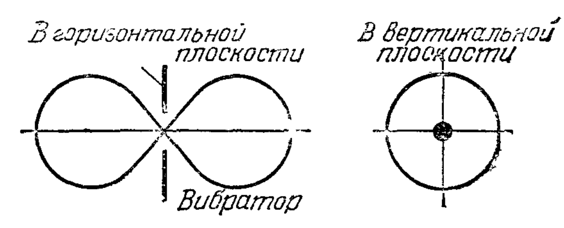


Рис. 2

направленных свойств, так и за счет использования этой мощности.

Для получения хороших электрических свойств антенны применяются различные сочетания активного вибратора с пассивными элементами — директорами и рефлекторами. Рефлектором называется элемент антенны, расположенный позади приемного вибратора (рис. 3).

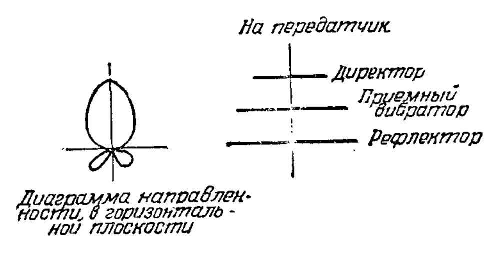


Рис. 3

Отражая пришедшие к нему радиоволны в обратном направлении так, что поля прямого и отраженного сигналов складываются, рефлектор обеспечивает однонаправленность антенны и несколько увеличивает коэффициент направленного действия. Использование пассивного элемента — директора, расположенного впереди приемного вибратора, позволяет добиться значительного увеличения направленности антенны.

В качестве фидера, соединяющего антенну с приемником, наиболее часто используется коаксиальный ка-

Таблица 1

Электрические параметры высокочастотных кабелей

Тип кабеля	Диаметр наружной жилы, *мм*	Емкость, *пф* на 1 *м*	Волновое сопротивление, *ом*	Затухание, *дб/м* при частоте 100 *Мгц*
РК- 1	7,3	65	82—92	0,112
РК- 2	9,6	57	90—95	0,086
РК- 3	13	70	72—77	0,069
РК- 6	12,4	100	50—55	0,057
РК-13	14,5	110	60—65	0,166
РК-20	10,4	70	72—77	0,086
РК-22	7,9	103	70—75	0,191
РК-25	11,1	100	72—77	0,108
РК-28	11,1	103	50—53	0,087
РК-29	9,8	103	48—53	0,113
РК-45	7,0	83	70—75	0,174
РК-49	10,3	70	70—75	0,13
РК-50	9	27	150	0,07
РК-14	7,3	40	130	0,069
РК-15	15,5	36	155	0,086
РК-18	6,6	45	100	0,173

бель, имеющий небольшие потери, а также заземленную внешнюю оплетку, которая уменьшает действие наводимых на внутреннюю жилу помех. Каждый кабель характеризуется определенным волновым сопротивлением (табл. 1), которое зависит от геометрических размеров проводников, расстояния между ними и диэлектрической постоянной изолирующего материала.

Согласование и симметрирование антенны с кабелем

Для полного использования электромагнитной энергии, выделяющейся на входе антенны, необходимо провести согласование антенны с фидером. Процесс согласования заключается в том, что входное сопротивление антенны при помощи того или иного типа согласующего устройства приводится к величине, равной волновому сопротивлению фидера

$$R_{вх} = W_{ф}.$$

При отсутствии согласования часть электромагнитной энергии будет отражаться от мест несогласованных сопротивлений и излучаться в эфир.

Один из простейших способов согласования, пригодный для кабеля с $W_{ф}=100$ *ом*, изображен на рис. 4. Со-

Таблица 2

Размеры указаны в миллиметрах

Наименование рисунка	Обозначения на рисунках	Диапазоны частот				
		49, 75—56, 25 *Мгц*	59, 25—65, 75 *Мгц*	77, 25—83, 75 *Мгц*	85, 25—91, 75 *Мгц*	93, 25—99, 75 *Мгц*
Рис. 4	l	950	790	620	560	515
Рис. 6	l	1420	1200	930	840	780
Рис. 8, 9	A	1420	1200	930	840	780
Рис. 10	l	1880	1590	1230	1130	1030
Рис. 11	l_1	3760	3180	2460	2240	2060
	l_2	940	795	615	560	515
Рис. 17	C	2840	2420	1860	1690	1560
	l	1880	1590	1230	1120	1030

гласующим элементом здесь является дополнительная трубка, по которой перемещаются скобы-замыкатели. Минимальная длина согласующего элемента должна быть не менее 1/6 рабочей длины волны (табл. 2).

Согласование можно произвести так. В цепь детекто-

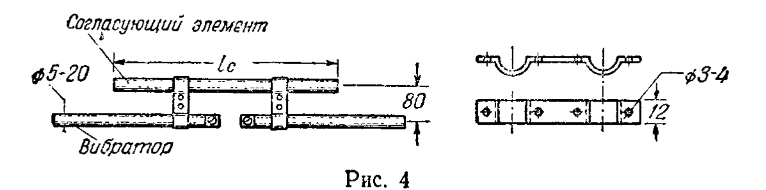


Рис. 4

ра приемника включить прибор постоянного тока со шкалой на 500 *мка*—1 *ма*, например по схеме рис. 5. При отсутствии сигнала прибор будет давать лишь небольшое отклонение стрелки, характеризующее начальный ток диода. В условиях приема показания прибора возрастут пропорционально величине сигнала, поступающего на вход приемного устройства. В процессе согласования антенны с фидером необходимо передвигать замыкатели, изменяя тем самым длину закорачивающей секции, и добиваться максимального отклонения стрелки, соответствующего моменту согласования. Указанный процесс можно проводить также визуально по максимальной контрастности изображения или громкости звукового сопровождения. Подбором закорачивающей секции входное со-

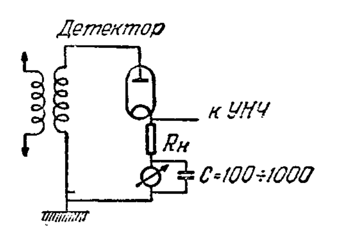


Рис. 5

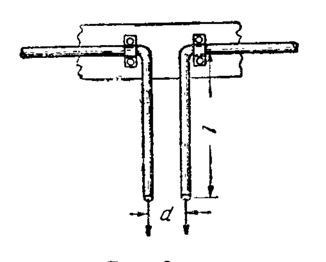


Рис. 6

противление вибратора изменяется в пределах 100—300 *ом*. При раздвигании закорачивающих элементов до концов вибратора получается двойной вибратор, имеющий входное сопротивление около 300 *ом*. Уменьшение рабочей длины дополнительной трубки дает уменьшение входного сопротивления. Если же в процессе нашение входного сопротивления. Если же в процессе настройки окажется, что максимальная величина сигнала получается при минимальных размерах секции, нужно немного удлинить размеры приемного вибратора и произвести весь процесс согласования заново.

Другим способом согласования является применение согласующего трансформатора (рис. 6). Принцип действия его основан на использовании свойств четвертьволновой линии как трансформатора сопротивлений. При известных величинах входного сопротивления антенны и волнового сопротивления кабеля волновое сопротивление трансформатора $W_т$ подсчитывается по формуле

$$W_т = \sqrt{R_{вх} \cdot W_ф}.$$

Зная длину трансформатора (табл. 2) и диаметр трубки, идущей на его изготовление ($2r$), по графику рис. 7 находим отношение $\frac{d}{r}$, а затем расстояние между трубками d.

Пусть антенна имеет входное сопротивление $R_{вх} = 73$ *ом*, а кабель $W_ф = 150$ *ом*. Тогда $W_т = \sqrt{150 \cdot 73} = 106$ *ом*. По графику рис. 7 $\frac{d}{r} = 2{,}4$. Если диаметр трубки, из которой изготовлен трансформатор, равен 10 *мм*, то $d = 2{,}4 \cdot 5 = 12{,}0$ *мм*. Материалом для изготовления согласующего трансформатора служит медный провод, трубка или кусок коаксиального кабеля.

Телевизионная антенна представляет собой симметричную электрическую систему, у которой две точки на

вибраторах, расположенные на равных расстояниях от центра, имеют одинаковый по абсолютной величине электрический потенциал. Антенный фидер может быть как симметричным, так и несимметричным. В случае присоединения антенны к коаксиальному кабелю в фидере по-

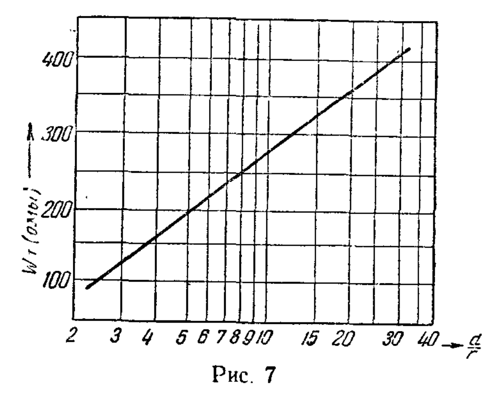


Рис. 7

является отраженная волна и происходит потеря мощности принимаемого сигнала. Во избежание этого прибегают к симметрированию кабеля с антенной.

Симметрирование (рис. 8) основано на использовании полуволновой линии, в конце которой напряжения и токи по фазе перевернуты на 180° по сравнению с их фазой на входе линии. Таким образом, потенциал вибратора благодаря полуволновой линии преобразуется в про-

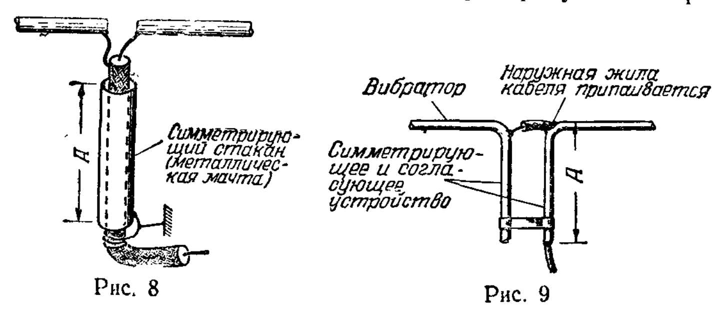


Рис. 8

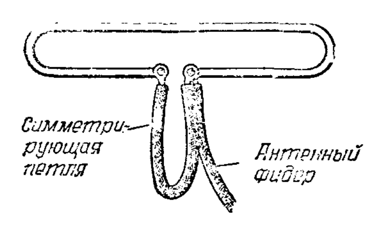
Рис. 9

тивофазный потенциал на коаксиальном кабеле после симметрирующего устройства.

Часто симметрирующее устройство одновременно является и согласующим. На рис. 9 показан способ включения коаксиального кабеля к вибратору, сочетающий оба

устройства. Элементами согласования и симметрирования является система двух труб диаметром 15—20 *мм*, присоединенных ко входу вибратора. По ним передвигается короткозамыкатель, прикрепленный на изоляторе к мачте.

На рис. 10 приведен один из способов присоединения коаксиального кабеля к петлевому вибратору с помощью полуволновой петли. Здесь входное сопротивление антенны, приблизительно равное 300 *ом*, разделено точкой нулевого потенциала по 150 *ом* на каждую половину вибратора. С помощью полуволновой петли сопротивления каждой половины вибратора как бы соединяются параллельно.



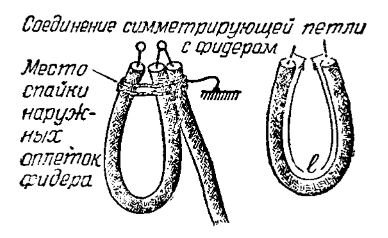


Рис. 10

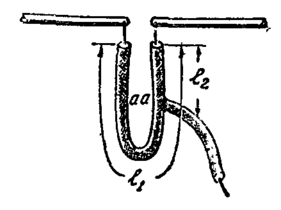


Рис. 11

В месте подключения кабеля входное сопротивление антенны становится равным 75 *ом*, что удобно для присоединения фидера с волновым сопротивлением 75 *ом*.

На рис. 11 представлен еще один способ включения несимметричного кабеля к антенне. Петля из кабеля длиной, равной l_1, подключена к вибратору. Верхняя часть петли, составленная из четвертьволновых отрезков кабеля, является согласующим элементом, которым входное сопротивление каждой половинки вибратора (37,5 *ом*) повышается до 150 *ом*. Нижняя часть петли служит симметрирующим элементом, складывающим параллельно входные сопротивления половинок вибратора, а общее входное сопротивление в месте подключения фидера оказывается равным 75 *ом*. Так выполняется одновременно симметрирование и согласование антенны с фидером. Размеры этих устройств приведены в табл. 3.

Таблица 3

Размеры указаны в миллиметрах

Тип антенны		Обозначения на рисунке	Диапазоны частот 49,75—56,25 *Мгц*	59,25—65,75 *Мгц*	77,25—83,75 *Мгц*	85,25—91,75 *Мгц*	93,25—99,75 *Мгц*
Одиночный вибратор (рис. 12, 13)		*A*	1360	1155	895	798	741
Петлевой вибратор (рис. 14)		*A*	2720	2720	1790	1606	1482
„Волновой канал" (рис. 15)		*A*	2330	1887	1468	1435	1824
		B	2800	5390	1760	1607	1480
		C	2982	2415	1880	1770	1640
		D	1130	960	745	675	620
		E	1430	1200	630	860	780
Синфазная антенна (рис. 16)		*A*	2780	2360	1820	1960	1520
		B	2670	2270	1750	1595	1460
		C	2940	2420	1960	1900	1560
		D	1140	970	745	680	625
Ромбическая антенна	*l* = 90° Коэффициент усиления = 4	(*м*)	11,36	9,64	8,46	6,78	6,22
	l = 70° Коэффициент усиления = 7	(*м*)	17,04	14,46	11,19	10,2	9,34
	l = 60° Коэффициент усиления = 9	(*м*)	22,72	19,28	14,92	13,57	12,43

Тип антенны		Обозначения на рисунке	Диапазоны частот 49,75—56,25 *Мгц*	59,25—65,75 *Мгц*	77,25—83,75 *Мгц*	75,25—91,75 *Мгц*	93,25—99,75 *Мгц*
Ромбическая антенна	*l* = 50° Коэффициент усиления = 13	(*м*)	28,40	24,1	18,65	16,95	15,54
	l = 40° Коэффициент усиления = 20	(*м*)	39.76	33,74	26,11	23.7	21,8

Конструкции антенн

Простейшей антенной, применяемой в диапазоне УКВ, является полуволновый вибратор. Он представляет собой две трубки, закрепленные на изолирующих прокладках (рис. 12). Размеры трубок приведены в табл. 2 для каждого диапазона отдельно. Диаметр трубок выби-

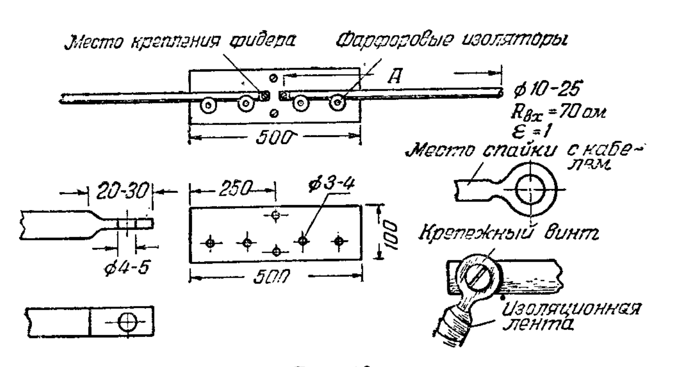


Рис. 12

рается от 10 до 25 *мм* в зависимости от материала, которым располагает радиолюбитель. При отсутствии трубок вибратор можно сделать из двух кусков антенного

канатика (рис. 13), соединенных с помощью антенных изоляторов. Однако полоса пропускания такой антенны будет невелика и хороших результатов при приеме телевизионных передач она дать не сможет.

Для изготовления вибратора применяются трубки из

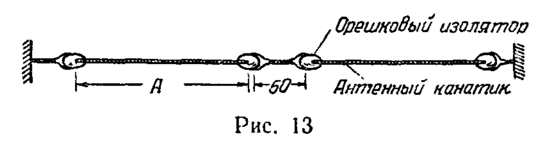


Рис. 13

красной меди, латуни, алюминия и его сплавов. Лучшие результаты дает антенна, собранная из трубок красной меди, но вес ее бывает столь значительным, что радиолюбители предпочитают использовать трубки из алюминия и его сплавов, которые хорошо обрабатываются и обладают небольшим весом. К концам трубок крепится антенный фидер через симметрирующее устройство, выполненное из отрезка коаксиального кабеля (см. рис. 8, 11).

Диаграмма направленности вибратора имеет вид восьмерки (рис. 2) с максимумом приема с двух сторон, перпендикулярных плоскости вибратора. Полоса пропускания равна 6—7 *Мгц*.

Такая антенна применяется в случае приема на небольших расстояниях от телевизионного центра.

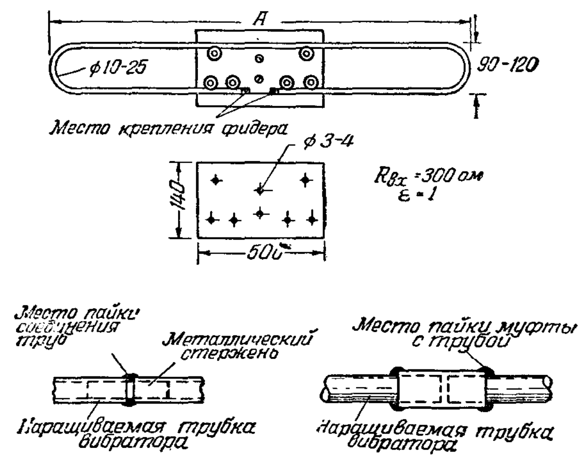


Рис. 14

Петлевой вибратор представляет собой систему двух одиночных вибраторов, соединенных между собой перемычками. Размеры его приведены на рис. 14. На изготовление вибратора идет тот же материал. Если под рукой нет трубок необходимой длины, то более короткие трубки

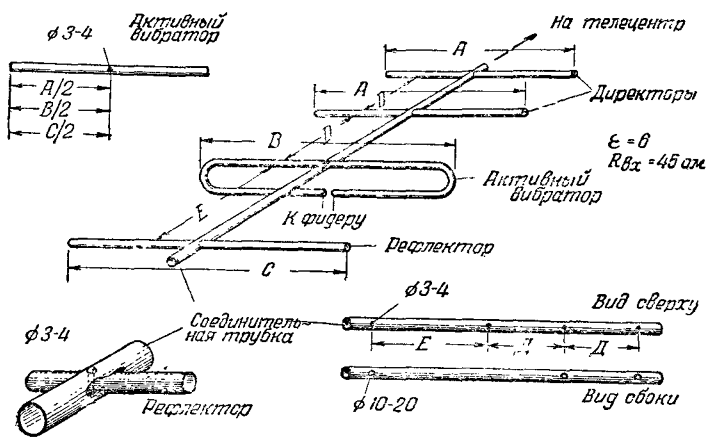


Рис. 15

наращиваются с помощью внутренних стержней или соединительных муфт, а затем спаиваются друг с другом.

Полоса пропускания петлевого вибратора составляет 6—8 *Мгц*. Входное сопротивление его имеет величину 300 *ом*. Кабель с таким волновым сопротивлением встречается редко, поэтому соединение петлевого вибратора с фидером осуществляется с помощью устройства, сочетающего согласующие и симметрирующие элементы (рис. 10).

Антенна типа «волновой канал» имеет ряд параллельных вибраторов, расположенных вдоль линии максимального приема. Конструктивные размеры ее приведены на рис. 15 и в табл. 2. Все детали антенны должны быть достаточно легкими и обычно изготавливаются из трубок алюминия и его сплавов. Необходимая длина трубок определяется из табл. 2.

Использование пассивных элементов (рефлектора и директора) значительно увеличивает усиление антенны. Конструкция такой антенны, изображенная на рис. 15, может обеспечить усиление в 4—5 раз большее, чем обычный вибратор. Рефлектор, укрепляемый позади при-

емного вибратора, уменьшает или совсем уничтожает прием со стороны, обратной приходу телевизионного сигнала, уменьшая тем самым влияние шумов и помех на принимаемое изображение. Антенна имеет узкую диаграмму направленности.

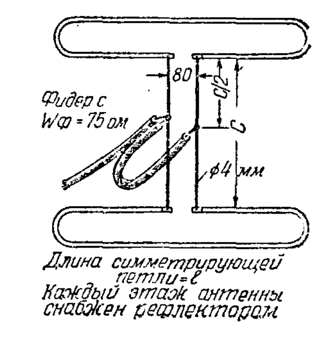
Небольшие размеры и сравнительно высокие коэффициенты усиления являются достоинством такого типа антенн. Однако эти антенны не свободны и от недостатков. Во-первых, они сложны в настройке, так как их усиление резко зависит как от взаимного расположения элементов, так и от подбора их длины. Во-вторых, увеличение числа директоров с одной стороны увеличивает усиление, а с другой — уменьшает полосу пропускания. Так, например, конструкция с двумя директорами и одним рефлектором имеет полосу пропускания 3—3,5 *Мгц*. Применять ее нужно в тех случаях, когда имеются помехи приему, а уровень сигнала в месте приема невелик. Согласование антенны необходимо производить с помощью описанных выше согласующих устройств.

Следующим типом телевизионной антенны можно назвать синфазные, или «этажные», антенны. Из рис. 16 видно, что антенна в этом случае представляет собой соединение полуволновых вибраторов в несколько рядов (этажей) и по нескольку элементов в каждом этаже. Для изготовления ее берутся алюминиевые или дюралюминиевые трубки диаметром 10—20 *мм* и размерами в соответствии с табл. 2.

Для того чтобы токи верхнего и нижнего этажей, поступая на вход антенного фидера, складывались, применяется определенный метод их соединения. Концы верхнего и нижнего этажей соединяются медным или биметаллическим проводом диаметром около 4 *мм*. К середине полученной таким образом соединительной линии присоединяется антенный фидер с симметрирующей петлей.

Синфазная антенна обладает широкой полосой пропускания. Коэффициент усиления ее зависит от числа этажей и элементов в каждом этаже. Если потребуется увеличение коэффициента усиления, прибегают или к увеличению числа этажей при тех же расстояниях между ними, которые указаны на рис. 16, или добавляют по одному-два директора, устанавливая их впереди вибратора на расстоянии, равном расстоянию от вибратора до рефлектора.

Размеры согласующих и симметрирующих устройств для синфазной антенны, а также их конструкция приведены на рис. 17 и в табл. 3. Элементом согласования здесь является линия, изготовленная из провода диаметром 4 *мм*, а симметрирующее устройство аналогично описанному выше (см. рис. 10). Изготовление их по указанным размерам обеспечивает согласование без последующей дополнительной подстройки. Способ включения че-



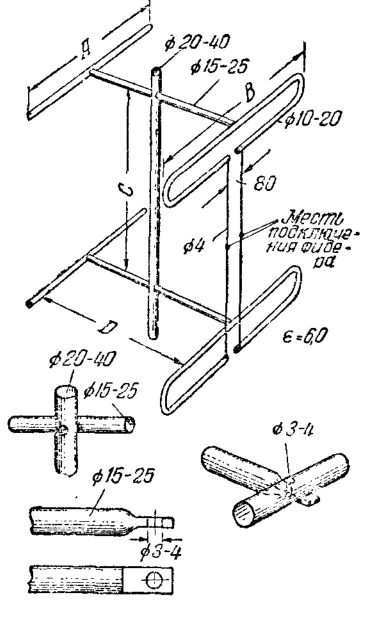


Рис 16

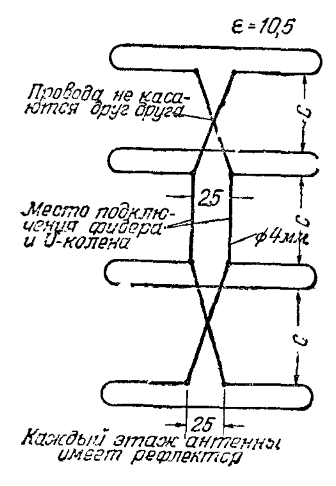


Рис. 17

тырех этажей изображен на рис. 17, где приведены и необходимые конструктивные размеры.

Ромбическая антенна, изображенная на рис. 18, проста в изготовлении, но требует значительной площади для установки. Она представляет собой четыре равные отрезка провода, подвешенного на опорах в форме ром-

ба, один угол которого соединен с фидером, а другой замкнут на активное сопротивление, равное входному сопротивлению антенны. В качестве провода, идущего на изготовление антенны, служит обычный медный провод диаметром 2—3 *мм*, изолированный орешковыми изоля-

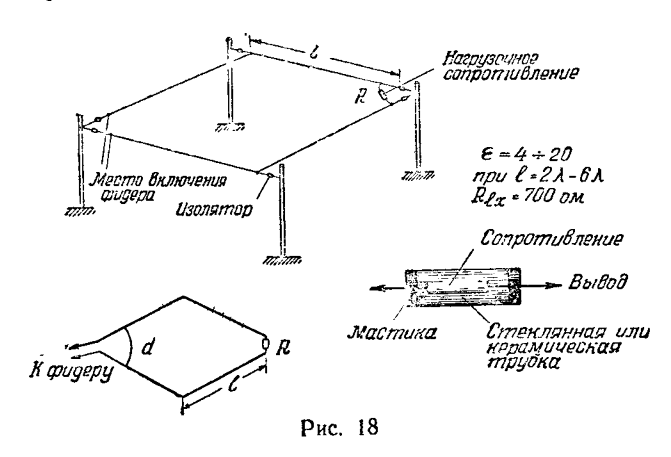


Рис. 18

торами или роликами. Высота подвеса его над поверхностью земли должна быть не менее 10 *м*, длина стороны ромба для различных каналов приведена в табл. 2. С увеличением длины стороны ромба усиление антенны тоже возрастает.

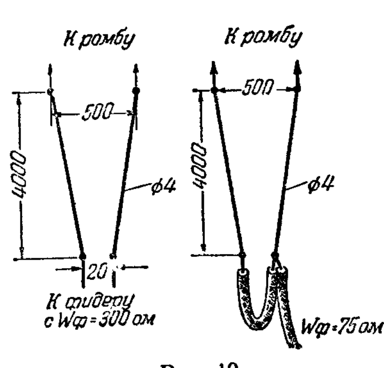


Рис. 19

Рис. 19 дает схематическое представление о включении антенного фидера ко входу ромбической антенны, имеющей входное сопротивление 700 *ом*. Если в распоряжении радиолюбителя есть симметричный кабель с волновым сопротивлением 300 *ом* или коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 75 *ом*, согласование производится с помощью отрезка линии с постепенно изменяющимся волновым сопротивлением Разница будет в том что симметричный кабель подключается непосредственно к согласующему отрезку, а коаксиальный кабель — обязательно с использованием симметрирующей петли.

В качестве сопротивления нагрузки берется обычное непроволочное сопротивление величиной 700 *ом*. Оно заключается в стеклянную или керамическую трубку, концы которой обмазываются сургучом, замазкой или любой мастикой, чтобы влага не проникала внутрь. Из трубки выводятся только концы сопротивления. которые и соединяются с двумя сторонами ромба, образующими острый угол.

Опорами ромбической антенны служат деревянные столбы, металлические трубы и деревья. Если антенна подвешивается на деревьях, необходимо следить за тем, чтобы провода ее не касались листьев и сучков. Такая антенна с успехом может быть использована в сельской местности и на окраинах городов, т. е. везде, где есть место для ее размещения. Она имеет большое усиление и обладает очень широкой полосой пропускания.

Двухпрограммные антенны

В настоящее время в Москве ведется двухпрограммное телевизионное вещание по первому и третьему каналам. Для приема обеих программ используются комбинированные антенны, имеющие два активных вибратора. Один вибратор настроен на среднюю частоту первого канала, другой—на среднюю частоту третьего канала. Оба вибратора подключены к одному общему антенному фидеру через фильтр.

В такой антенне могут быть применены как одиночные, так и петлевые вибраторы, закрепленные на одной мачте или на одной стреле (рис. 20).

Рассмотрим систему соединения вибраторов друг с другом и с антенным фидером, выполненную из распространенного коаксиального кабеля РК-1 в виде своеобразного фильтра. Этот фильтр исключает взаимное влияние вибраторов друг на друга, пропускает в антенный фидер сигналы первого канала с большего вибратора и третьего канала с меньшего вибратора.

Отрезок кабеля длиной в четверть или три четверти волны, замкнутый на конце, имеет очень высокое входное сопротивление, а длиной в полволны — входное со-

противление, равное нулю. Если отрезок кабеля размерами в полволны замкнуть с обоих концов, то в любом сечении между внутренней жилой и оплеткой кабеля будет высокое сопротивление.

Сигналы телевизионного передатчика, работающего в первом канале, наведенные в вибраторе *I*, проходят в ан-

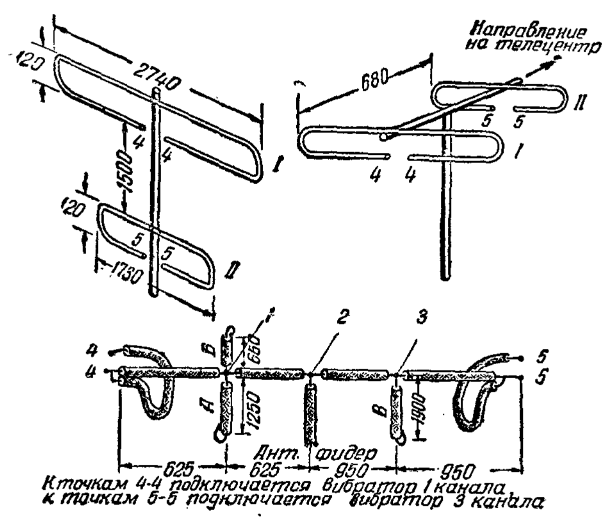


Рис. 20

тенный фидер без потерь. Шлейфы *А* и *Б* на частотах первого канала образуют полуволновую линию, замкнутую с обоих концов, и не являются шунтом для сигнала, идущего к фидеру. Отрезок кабеля между точками *2—3* на частотах первого канала имеет очень высокое сопротивление в точке *2*, так как он на расстоянии $\lambda/4$ от точки *2* закорочен шлейфом *В*, имеющим на частоте первого канала нулевое сопротивление на входе. Сигнал первого канала, принятый вибратором *II*, не может пройти в антенный фидер ввиду того, что шлейф *В* имеет на этих частотах нулевое сопротивление и закорачивает соединительный кабель.

Сигналы телевизионного передатчика, работающего в третьем канале, наведенные в вибраторе *II*, проходят в антенный фидер без потерь, потому что длина шлейфа *В* на этой частоте равна трем четвертям волны и его входное сопротивление очень велико.

Сигнал третьего канала, принятый вибратором *I*, не сможет достигнуть антенного фидера, так как на пути его прохождения шлейф *А* на этой частоте имеет нулевое входное сопротивление.

При расположении вибраторов на одной мачте следует учесть, что расстояние между ними должно быть не менее 1,5 *м*, а длины кабелей между точками *1—4*, *3—5* могут быть взяты произвольными.

Более выгодным является размещение обоих вибраторов на одном этаже, на одной стреле. При этом вибратор первого канала является рефлектором для вибратора третьего канала. Соединение их с фидером производится отрезками кабеля с размерами, указанными на рис. 20.

На рис. 21 представлена конструкция антенны типа «волновой канал», рассчитанной для приема двух программ. Активный вибратор верхнего этажа ее настроен на среднюю частоту первого канала, активный вибратор нижнего этажа — на среднюю частоту третьего канала. Присоединение вибраторов к антенному фидеру осуществляется с помощью фильтра, показанного на рис. 20.

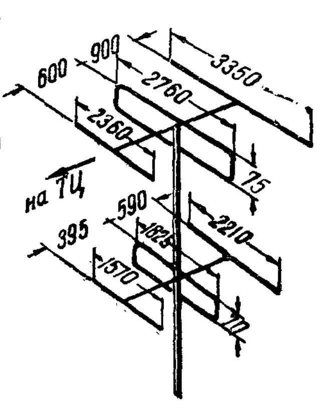


Рис. 21

Другая конструкция такой антенны изображена на

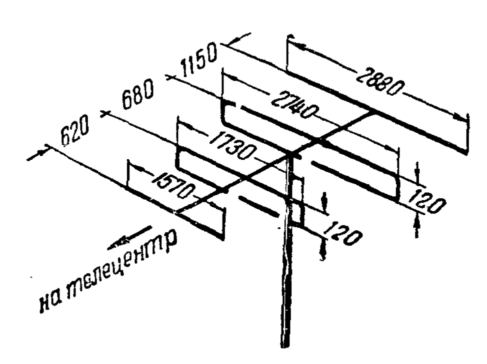


Рис. 22

3 Зак- 1029

рис. 22. Соединение вибраторов ее осуществляется также с помощью фильтра, описанного выше. Размеры элементов антенны подобраны так, что активный вибратор первого канала работает на третьем канале как рефлектор, а вибратор третьего канала работает на первом как дополнительный рефлектор.

Установка антенны производится на возвышенном месте, свободном от препятствий в направлении приходящего сигнала. Крыша высокого здания, водонапорная башня, большие деревья, господствующие над окружающей местностью, могут быть подходящим местом для установки антенны. В условиях слабого сигнала место установки выбирается особенно тщательно, по возможности дальше от источников помех.

Для получения наибольшего усиления полезного сигнала антенной ее следует ориентировать перпендикулярно к направлению на передатчик.

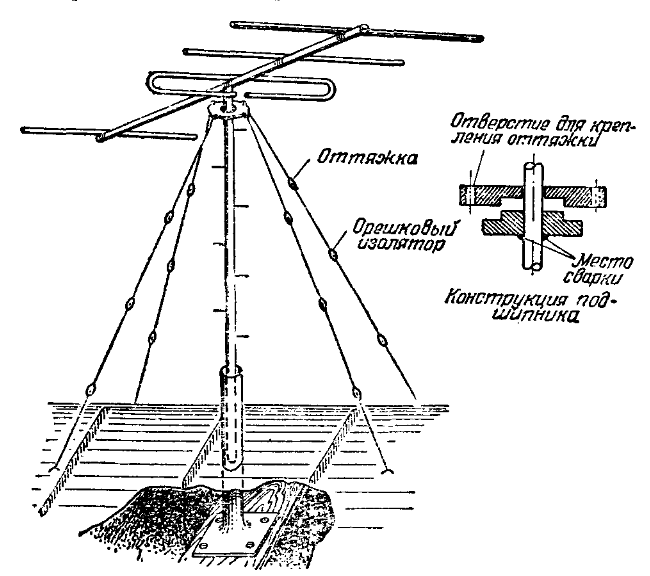


Рис. 23

В заключение приводится примерная конструкция антенной мачты (рис. 23), предназначенной для установки на ней антенн типа «волновой канал» или синфазной.

На изготовление мачты идет обыкновенная водопроводная труба, на которую навариваются железные стержни — ступени длиной около 300 *мм* каждая. На вершине трубы укрепляется на резьбе или путем сварки подшипник, состоящий из двух колец, одно из которых прочно соединено с телом мачты путем сварки, а другое свободно вращается вокруг оси. По краям подшипника имеются кольца, к которым монтируются оттяжки. Отдельно делается металлический башмак с трубой несколько большего диаметра. Он пропущен через крышу и укреплен на балке чердака. Длина нижней трубы — основание мачты — берется такой, чтобы конец ее выступал над крышей на расстояние 0,5—1 *м*.

После установки основания мачта поднимается на крышу и укрепляется в отверстие более широкой трубы. Оттяжки, прикрепленные перед подъемом на верхнем конце мачты, ориентируются таким образом, чтобы направление главного максимума излучения антенны приблизительно совпадало с одной из них, а затем крепятся к крыше. На вершину мачты поднимается по частям антенна и устанавливается, а каждый этаж в случае синфазной антенны крепится к трубе на заранее размеченных расстояниях параллельно друг другу. После этого поднимаются и устанавливаются согласующие устройства и антенный фидер. Поворот мачты за нижние ступени позволяет ориентировать всю систему по направлению на телевизионный центр.

В. Ломанович

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ГЕТЕРОДИННЫЙ ИНДИКАТОР РЕЗОНАНСОВ

(Разработка лаборатории Центрального радиоклуба ДОСААФ)

Ниже приводится описание конструкции универсального лампового гетеродинного индикатора резонанса (ГИР), который может быть использован для определения собственной резонансной частоты различных контуров, налаживания приемников и телевизоров, измерения индуктивностей и емкостей, настройки антенн и т. д. При сравнительной простоте конструкции ГИР в ряде случа-

ев может успешно заменить радиолюбителю сложную измерительную аппаратуру, обеспечивая при этом получение вполне удовлетворительных результатов.

Полоса частот, перекрываемых описанным ниже ГИР, — 1,1—160 *Мгц*, разбита на 8 диапазонов соответственно любительским КВ—УКВ диапазонам; переход с диапазона на диапазон осуществляется с помощью восьми сменных катушек. Прибор снабжен градуированной шкалой, позволяющей непосредственно производить определение измеряемой частоты. Кроме восьми любительских диапазонов, выделенных на шкале прибора закрашенными полосками, цветными секторами отмечены пять телевизионных диапазонов.

Схема

После испытания ряда схем было установлено, что в ГИР хорошо работает генератор с заземленным по высокой частоте анодом, трехточечной схеме на лампе 6С1П. Такой генератор достаточно прост в налаживании и надежен в эксплуатации. Принцип работы ГИР основан на регистрации изменения сеточного тока лампы генератора в момент его настройки на общую резонансную частоту с испытываемым контуром, связанным с катушкой генератора. Это явление обусловлено изменением величины обратной связи генератора при настройке в резонанс с генерируемыми колебаниями внешнего контура (связанного с катушкой генератора) за счет происходящей при этом потери энергии генератора. Спад сеточного тока генератора регистрируется с помощью чувствительного миллиамперметра, включенного в цепь управляющей сетки лампы генератора, и будет тем большим, чем выше добротность (Q) внешнего контура и чем сильнее связь с ним.

Универсальный ГИР содержит три лампы (рис. 1) — генератор высокой частоты на лампе 6С-1П, ($Л_1$), модулятор также на лампе 6С-1П ($Л_2$) и газовый стабилизатор напряжения СГ-1П ($Л_3$). В анодную цепь лампы $Л_1$ включено переменное сопротивление R_2, позволяющее устанавливать наилучший режим работы генератора на каждом из восьми поддиапазонов. В ГИР предусмотрена возможность модулирования генерируемых колебаний частотами порядка 400 *гц* или 100 *кгц*. Модуляция анодная. Напряжение модулирующей частоты поступает на

переменное сопротивление R_2; таким образом коэффициент модуляции ВЧ генератора все время остается постоянным независимо от изменения напряжения на аноде лампы $Л_1$. Для питания всего устройства используется однополупериодный селеновый выпрямитель с фильтром, где применены электролитические конденсаторы C_{12}

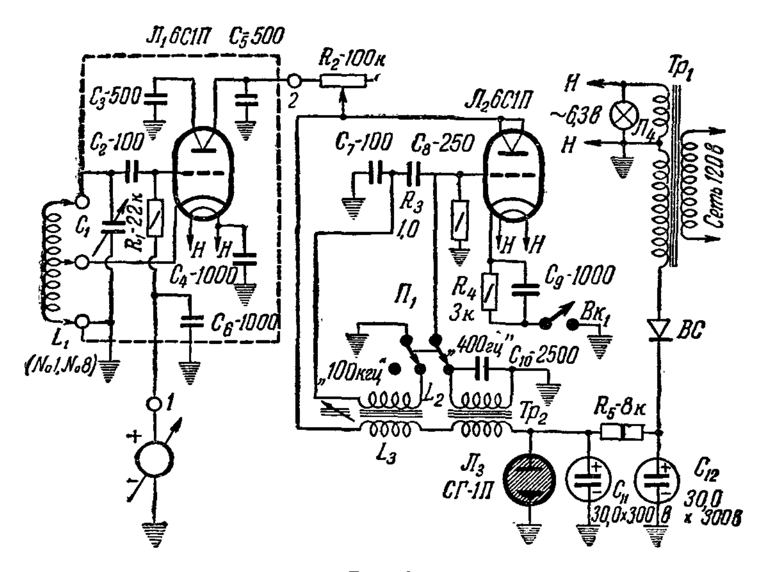


Рис. 1

и C_{11} и сопротивление R_5. Для стабилизации питающего напряжения к выходу фильтра подключен газовый стабилизатор СГ-1П ($Л_3$).

Конструкция и детали

ГИР выполнен в виде двух отдельных блоков: блока высокочастотного генератора со сменными катушками и блока питания с модулятором. Сеточный миллиамперметр также помещен в блоке питания (рис. 2). Высокочастотный генератор собран на П-образном алюминиевом шасси размерами 45×40×35 *мм* (рис. 3), закрывающемся коробкой-экраном. Для удобства пользования генератор с помощью гаек укреплен на металлической трубке диаметром 7 *мм* и длиной 150 *мм*, снабженной

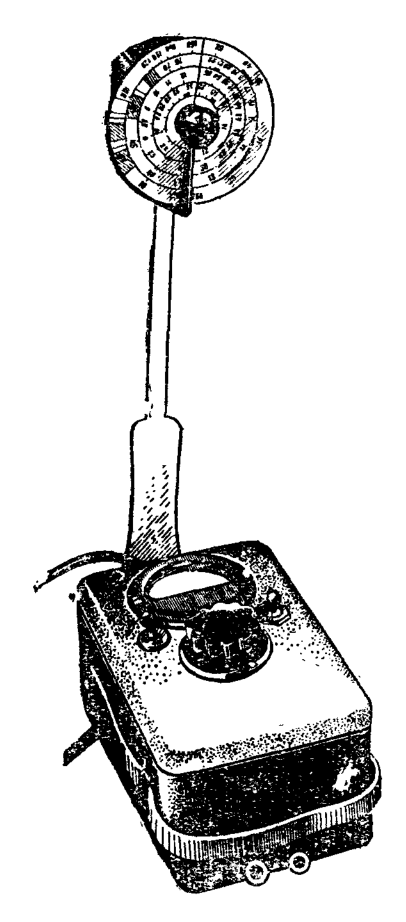


Рис. 2

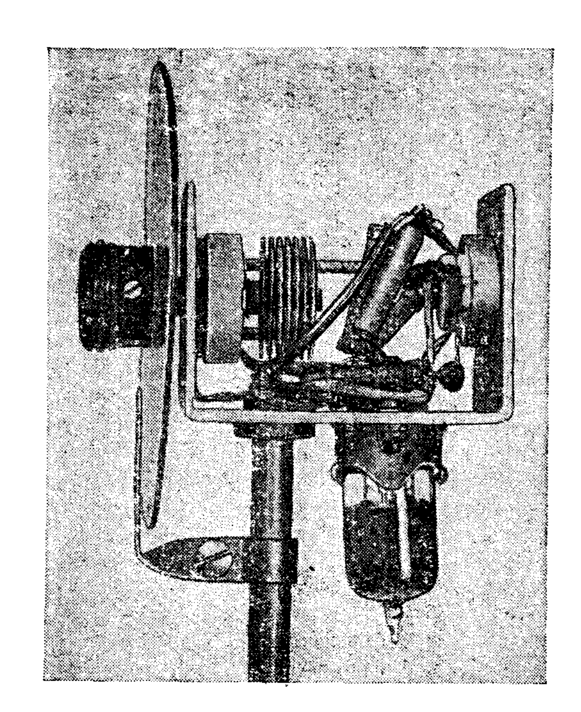


Рис 3

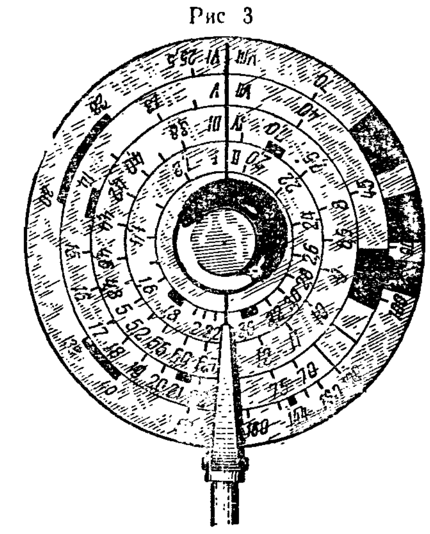


Рис 4

деревянной рукояткой. Кабель питания пропущен сквозь трубку и подведен к блоку питания.

На оси конденсатора переменной емкости C_1 крепится рукоятка настройки со шкалой диаметром 80 *мм*. Шкала (рис. 4) может быть изготовлена из плотного картона, металла или оргстекла. При изготовлении шкалы вычерчиваются четыре концентрические окружности, которые по диаметру разделяются на две части, что позволяет в последующем при градуировке разместить все

восемь шкал. Стрелка-указатель с помощью скобы и винта с гайкой укрепляется на держателе со стороны рукоятки.

Такая конструкция позволяет легко производить все необходимые измерения непосредственно внутри монтажа и на шасси различной радиоаппаратуры, так как

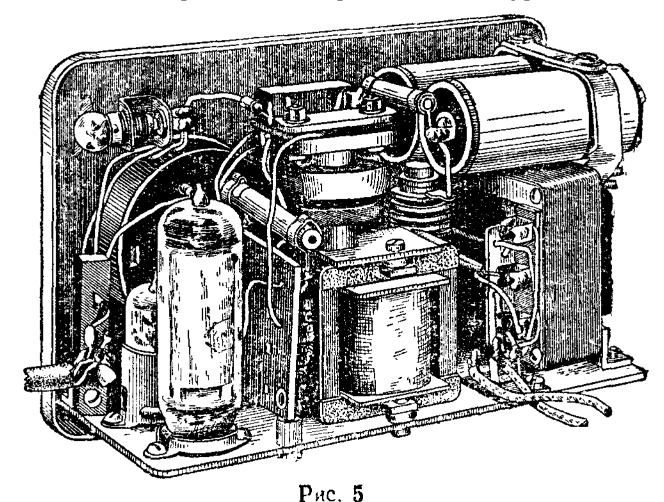


Рис. 5

практически длина кабеля питания может быть взята любой необходимой величины.

Блок питания с модулятором смонтирован на угловом шасси размерами 160×100×70 *мм* и помещен в металлический корпус (рис. 5).

Для намотки сменных катушек L_1 № 1—8 необходимо выточить из оргстекла или другого подходящего изоляционного материала семь каркасов диаметром 20 *мм*, высотой 30 *мм* (рис. 6 и 7) и заготовить 24 контактные ножки с резьбой М-2. Ножки с помощью гаек укрепляются на каркасах катушек (по три на каждом каркасе), концы нарезанных шпилек залуживаются и в последующем к ним припаиваются выводы катушек. Для катушки L_1 № 8 следует заготовить кружок диаметром 20 *мм*, толщиной 2—4 *мм* из изоляционного материала, на котором после сверловки отверстий укрепить также три контактные шпильки. Расположение ножек на всех катушках одинаковое — оно соответствует расположению гнезд на 7-штырьковой керамической панельке для пальчиковых ламп (используются первое, четвертое и седьмое гнезда). Эта ламповая панелька монтируется на П-образном шасси генератора напротив конденсатора переменной емкости C_1 с таким расчетом, чтобы первое гнездо оказалось как можно ближе к выводу статорных пла-

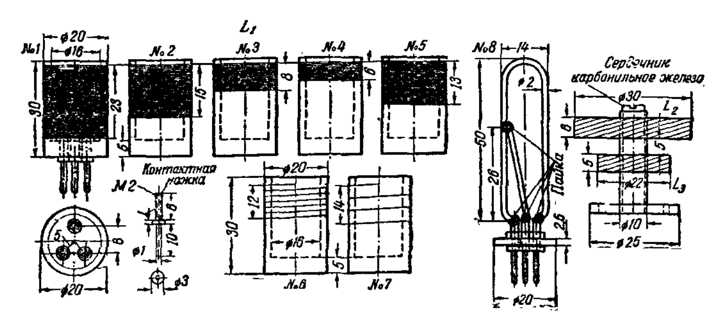


Рис. 6

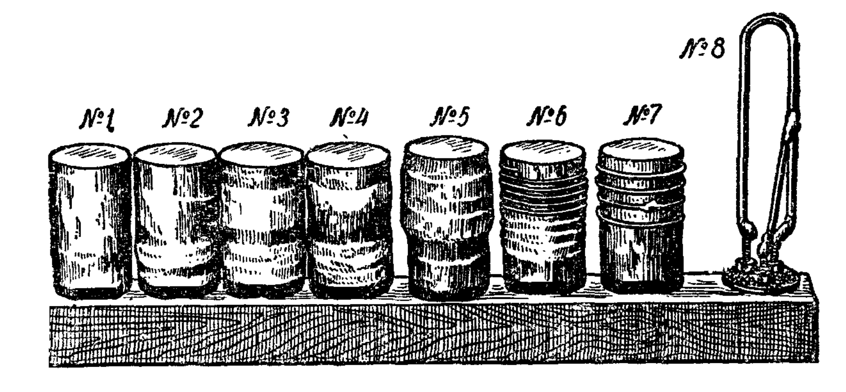


Рис. 7

стин конденсатора, а седьмое — к выводу его ротора. Гнездо 4 следует соединить с лепестком катода ламповой панели лампы $Л_1$. Для монтажа высокочастотной части генератора желательно использовать медную посеребренную шинку 5×0,5 *мм* или посеребренный провод диаметром 2—2,5 *мм*. Все соединения должны быть максимально короткими, так как только при этом условии можно добиться устойчивой работы генератора в диапазоне 70—160 *Мгц*.

Таблица 1

Катушка	Число витков	Провод	Диаметр каркаса, *мм*	Длина намотки, *мм*	Отвод снизу от витка	Диапазон, *Мгц*
№ 1	140	ПЭШО=0,08	20	23	30	1,1 — 2,1
№ 2	75	ПЭШО=0,08	20	15	20	2,0 — 3,7
№ 3	45	ПЭШО=0,15	20	8	13	3,7 — 6,6
№ 4	15	ПЭШО=0,2	20	6	5	6,6 — 12,5
№ 5	12	ПЭЛ=1 1,0	20	13	4,5	12,5 — 25,0
№ 6	5,5	ПЭЛ=1 1,0	20	12	1,5	25,5 — 50,0
№ 7	3,5	ПЭЛ=1 1,0	20	14	1	40,0 — 75,0
№ 8	Петля из провода МГ 2 *мм*, высотой 50 *мм*, расстояние между сторонами 14 *мм*, отвод от заземленного конца на расстоянии 28 *мм*, диапазон 65 — 160 *Мгц*					
№ 9	150	ПЭШО = 0,2	10	Намотка „универсаль"		
№ 10	100	ПЭШО = 0,2	10	То же		

Примечание. В случае затруднения произвести намотку типа «универсаль» можно на каркасе, укрепив предварительно щечки из изоляционного материала (расстояние между щечками 5 *мм*), произвести намотку «в навал»; по окончании намотки катушки для прочности надо пропитать каким-либо изоляционным лаком.

Катушки L_1 № 1 — 5 — однослойной сплошной намотки, L_1 № — 6 — 7 — намотаны с разрядкой. При изготовлении катушек можно рекомендовать производить намотку с «запасом», т. е. увеличивая на 5—7% против указанных в табл. 1 число витков со стороны незаземленного конца катушки, так как в процессе последующей наладки и подгонки диапазонов проще будет смотать несколько витков, чем перематывать всю катушку вновь. Точно так же следует поступить и в том случае, если не будет возможности произвести намотку катушек проводом другого сечения и марок, чем указано в табл. 1.

Конденсатор переменной емкости C_1 малогабаритный с воздушным диэлектриком, максимальной емкостью 50 *пф*; конденсатор C_2 керамический, типа КТК-1 или КДК-1; конденсаторы C_3, C_4, C_5, C_6, C_7, C_8 — слюдяные, типа КСО-1; конденсатор C_9 типа КБГ-И; конденсаторы фильтра C_{11} и C_{12} — электролитические, типа КЭ-1а, 30,0 *мкф* × 300 *в*.

Трансформатор $Тр_1$ (рассчитан на включение только в сеть напряжением 120 *в*) намотан на сердечнике из пластин Ш-15, толщина набора 20 *мм*.

Первичная обмотка содержит 2400 витков провода ПЭЛ-1 0,17, вторичная — 3600 витков провода ПЭЛ-1 0,08 и накальная обмотка — 125 витков провода ПЭЛ-1 0,6.

Трансформатор модулятора $Тр_2$ намотан на сердечнике Ш-12, толщина набора 15 *мм*; первичная (сеточная) обмотка содержит 4000 витков провода ПЭЛ-1 0,1, вторичная (анодная) — 2000 витков провода ПЭЛ-1 0,1.

Селеновый выпрямитель ВС содержит 18 шайб; диаметр шайб 15 *мм*. Сигнальная лампочка $Л_4$—6,3 *в*, 0,28 *а*. В качестве сеточного миллиамперметра используется прибор типа М-61 с пределом измерения 0—1 *ма*.

Налаживание и градуировка

После проверки монтажа ГИР включается в сеть переменного тока, при этом на входе фильтра должно быть постоянное напряжение порядка 200 *в*, а на аноде газового стабилизатора $Л_3$ и модулятора $Л_2$ — 150 *в*. Напряжение на аноде генератора ($Л_1$) при вращении движка переменного сопротивления R_2 должно плавно изменяться в пределах от 0 до 150 *в*. Напряжение в цепи накала ламп $Л_1$ и $Л_2$ должно быть равно 6,3 *в*.

После проверки цепей питания следует прежде всего убедиться в работе генератора. Для этого в контактные гнезда ламповой панельки, предназначенной для включения сменных катушек, вставляем одну из катушек и, вращая движок переменного сопротивления R_2, наблюдаем за показаниями сеточного миллиамперметра. В некотором начальном положении его появится сеточный ток, который должен увеличиваться по мере увеличения напряжения на аноде лампы $Л_1$. Проверить наличие колебаний в контуре генератора можно также по исчезновению сеточного тока (срыву колебаний) в момент касания рукой витков катушки контура генератора.

Убедившись в нормальной работе генератора, переходим к определению и подгонке диапазонов. Начать следует с самого длинноволнового 1,1—2,1 *Мгц* (катушка L_1 № 1). Проще всего подгонку коротковолновых диапазонов произвести с помощью градуированного при-

емника. Подгонку УКВ диапазонов при отсутствии соответствующего градуированного УКВ приемника можно произвести с помощью двухпроводной линии. Вся подгонка диапазонов должна быть произведена таким образом, чтобы нижняя крайняя частота следующего диапазона была бы несколько меньшей, чем высшая частота предыдущего диапазона (например, в данном случае при наибольшей частоте 2,1 *Мгц* первого диапазона, второй диапазон начинается с 2,0 *Мгц* и т. д.).

Первоначальная подгонка диапазонов производится уменьшением или увеличением для изменения индуктивности числа витков катушек. Более точную подгонку можно произвести путем укрепления внутри каркасов катушек кусочков карбонильного железа (или магнетита) в случае необходимости увеличения индуктивности катушки или короткозамкнутых витков из медного провода — для уменьшения индуктивности катушки. Так, например, в данной конструкции, чтобы не увеличивать размеры катушки L_1N_1, для получения необходимого перекрытия диапазона в нее вставлен сердечник из карбонильного железа диаметром 9 и длиной 20 *мм*. Контрольный приемник, на котором будет проверяться ГИР, необязательно должен иметь второй гетеродин, используемый обычно для приема незатухающих колебаний, так как в ГИР предусмотрена возможность модуляции несущей частоты.

Для включения модулятора тумблер $Вк_1$ устанавливается в положение «Включено», а переключатель $Пк_1$ — в положение «400 *гц*», после чего модулированная частота прослушивается на контрольном приемнике. В случае отсутствия модуляции следует проверить правильность всех соединений схемы модулятора и, если нет ошибок в монтаже и лампа $Л_2$ не генерирует, следует переключить (поменять местами) концы сеточной обмотки трансформатора $Тр_2$.

Определив частотные границы первого диапазона, переходим к следующим, обеспечивая, как уже было сказано выше, в каждом отдельном случае перекрытие концов соседних диапазонов.

При применении на УКВ диапазонах параллельной линии частота генератора определяется непосредственным измерением получающейся длины полуволны, откладывающейся на линии. Рекомендуется использовать вторую полуволну, так как в этом случае исключается длина

петли связи с генератором и результат измерения будет более точным. Точки резонанса при движении короткозамыкающей перемычки по линии определяются по минимальным показаниям сеточного миллиамперметра ГИР. Величина индуктивности для последнего, восьмого диапазона (65—160 *Мгц*) подбирается путем изменения длины «петли» или некоторым сжиманием и разжиманием самого витка петли. По окончании подгонки величин индуктивности всех восьми сменных катушек ГИР рекомендуется для большей механической прочности и защиты от проникновения влажности произвести пропитку каким-либо изоляционным лаком первых семи катушек. Можно также для этой цели использовать предварительно расплавленный воск или парафин, в который затем погрузить катушки. Еще более надежным будет изготовить защитные цилиндры из изоляционного материала (с толщиной стенок 0,5—1 *мм*), в которые и поместить катушки. В этом случае совершенно исключается возможность повреждения обмотки катушек при работе с пробником.

Для производства градуировки шкалы чистый картонный диск с размеченными восемью 180-градусными шкалами укрепляется на оси конденсатора переменной емкости с таким расчетом, чтобы при максимальной емкости (т. е. при полностью введенных подвижных пластинах конденсатора) стрелка-указатель совпадала бы с линией, разделяющей окружность шкалы на две равные части. Рекомендуется для фиксации этого положения шкалы сделать на оси конденсатора переменной емкости небольшую сверловку, в которую бы входил конец винта, крепящий рукоятку со шкалой, чтобы в последующем не сбить случайно градуировку при сдвиге рукоятки. Перед градуировкой деревянная рукоятка пробника ГИР помещается в специально для этого предусмотренную скобу-держатель, укрепленную на корпусе блока питания, и в дальнейшем во время всего процесса градуировки ее положение остается неизменным (вертикальным); пробник при этом должен быть достаточно удален от всех металлических предметов.

Порядок производства градуировки следующий: установив шкалу на 0° и вставив в контактные гнезда катушку L_1№ 1, определяем путем прослушивания на приемнике наименьшую частоту, которую можно получить с

этой катушкой (должна быть порядка 1,0 *Мгц*). Если используемый для градуировки КВ приемник не может быть настроен на эту частоту (у большинства коротковолновых приемников диапазон начинается с 1,5 *Мгц*), следует принять вторую гармонику ГИР и, разделив пополам полученное значение частоты, сделать первую отметку (риску) на шкале. Перестроив приемник на частоту, соответствующую следующей желательной отметке частоты, подстраиваем ГИР по максимуму слышимости в приемнике, после чего делаем на шкале следующую отметку и т. д. Количество отдельных значений частоты, отмеченных на шкале, зависит от желательной точности, а также от цены делений на шкале используемого для градуировки приемника. Практика показывает, что для первого-четвертого диапазонов достаточно делать отметки через 0,1—0,2 *Мгц*, пятого-шестого — через 0,5 *Мгц* и для седьмого-восьмого через 1—5 *Мгц*. Кроме общих частотных отметок на шкале, для удобства работы с КВ—УКВ аппаратурой можно сделать дополнительные отметки крайних частот любительских КВ и УКВ диапазонов (например, на первом диапазоне точки 1,715—1,8 *Мгц*, на втором — 3,5—3,6 *Мгц* и т. д.). Если предполагается использование ГИР для работы с телевизионной аппаратурой, следует дополнительно отметить на шкале частоты пяти каналов телевизионного вещания: первый канал — точки 49,75—55,75 и 56,25 *Мгц*, второй канал — точки 59,25—64,25 и 65,75 *Мгц*, третий канал — 77,25—83,25 и 83,75 *Мгц*, четвертый канал — 85,25—91,25 и 91,75 *Мгц* и пятый канал — 93,25—99,25 и 99,75 *Мгц*.

При производстве градуировки шкалы соответствующие цифровые значения для каждой отметки на шкале лучше нанести после окончания градуировки всех диапазонов ГИР.

После производства градуировки ГИР следует проверить частоту, даваемую модулятором ГИР в первом и втором положениях переключателя $Пк_1$; она может быть измерена с помощью измерителя частоты «ИЧ-5», подключаемого через емкость к анодной цепи лампы $Л_2$, или по количеству горизонтальных (в положении «400 *гц*») или вертикальных (в положении 100 *кгц*) полос, наблюдаемых на экране телевизионного приемника. В этом случае частота может быть определена путем умножения числа полос, наблюдаемых на экране телевизионного приемника, на частоту кадровой (в первом случае) или строчной развертки данного приемника. Так, например, при частоте кадровой развертки 50 *гц* и частоте модуляции 400 *гц* на экране телевизионного приемника будет видно восемь светлых полос. Точная подгонка модулирующих частот может быть сделана путем подбора величины емкости C_{10} и с помощью магнетитового сердечника катушек L_2—L_3.

Методика применения ГИР

Одним из наиболее распространенных случаев использования ГИР является определение им собственной резонансной частоты различных контуров. Для этого пробник ГИР подносится к катушке колебательного контура, резонансную частоту которого предстоит определить, и вращением рукоятки конденсатора переменной емкости по резкому спаду показания сеточного прибора ГИР определяется момент резонанса генерируемой ГИР частоты с частотой испытываемого контура, после чего показание частоты считывается со шкалы ГИР. Если при данной катушке резонанса отметить не удалось, следует взять другую катушку из набора сменных катушек ГИР и повторить все сначала. При некотором опыте производства подобных измерений обычно удается сразу выбрать нужную катушку для каждого отдельного случая. Для получения наибольшей точности измерений рекомендуется иметь возможно более слабую связь между катушкой ГИР и испытуемым контуром, т. е. производить измерение на наибольшем практически возможном расстоянии между катушками, на котором удается зафиксировать спад тока на индикаторе ГИР. При смене катушек ГИР следует также производить регулировку анодного напряжения с помощью переменного сопротивления R_2, добиваясь такого положения, чтобы стрелка индикатора после смены катушек находилась бы примерно в одном и том же положении. Кроме измерения резонанса параллельных контуров, таким же методом определяются резонансные частоты кристаллов кварца (рис. 8,*а*) антенно-фидерных систем, конденсаторов, дросселей и других элементов радиосхем. В каждом случае пробник ГИР подносится к петле связи, соединяющей концы испытывае-

мой детали (обкладки конденсатора, концы дросселя и т. д.), и по показаниям индикатора определяется момент резонанса. Когда же приходится иметь дело с контурами, зашунтированными малыми сопротивлениями, момент резонанса определить бывает весьма трудно; в

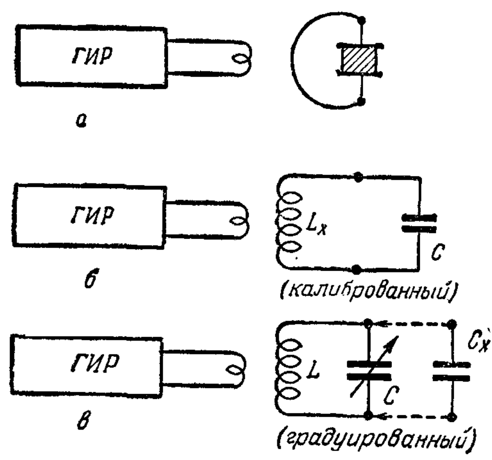


Рис. 8

этом случае рекомендуется при наличии возможности отключать шунтирующее сопротивление от контура. Если же явление расплывчатого резонанса при связи с контурами обнаруживается в случаях, где можно предполагать обычные резонансные системы, следует сделать заключение о наличии короткозамкнутых витков в контуре или в параллельных ему цепях. Таким образом, ГИР поможет в некоторых случаях обнаруживать и устранять неисправности в узлах радиоаппаратуры. Для определения собственной емкости монтажа схемы со всеми элементами, включая межэлектродные емкости ламп, следует на время измерения составить вспомогательный контур из катушки индуктивности, содержащей 3—5 витков провода диаметром 1—2 *мм* при диаметре намотки 20—25 *мм*; конденсатором этого контура будет являться емкость монтажа — шасси. После определения резонансной частоты, которая обычно лежит в пределах шкалы L_6 ГИР, эта «емкость» замещается конденсатором емкостью в 20—30 *пф* (емкость его предварительно должна быть точно измерена) и вновь производится определение резонансной частоты. По полученной разности частот можно судить и о емкости монтажа данного узла.

При включенном модуляторе ГИР может быть использован как обычный сигнал-генератор для проверки и настройки приемников и телевизоров. Кроме того, по расположению и толщине полос на экране телевизионного приемника можно судить о линейности кадровой и строчной развертки данного телевизора и устранять искажения при отсутствии испытательной таблицы.

С неменьшим успехом может быть использован ГИР в качестве чувствительного волномера. Для этого генератор устанавливается в режим срыва колебаний и таким образом превращается в регенеративный приемник со стрелочным индикатором в цепи сетки. Срыв колебаний достигается путем вращения движка сопротивления R_2 и будет характеризоваться падением сеточного тока. При поднесении пробника к источнику высокочастотных колебаний можно будет вновь наблюдать появление сеточного тока в момент настройки ГИР в резонанс с источником колебаний ВЧ. ГИР в этом случае обладает значительно большей чувствительностью, чем обычный абсорбционный волномер с ДГЦ.

Для измерения величины неизвестной индуктивности следует составить параллельный контур из этой индуктивности и конденсатора, емкость которого точно известна, и произвести обычное измерение резонансной частоты контура (рис. 8,*б*). Для большинства случаев такого рода измерений подойдет керамический или слюдяной конденсатор емкостью порядка 100 *пф*. Величина неизвестной индуктивности может быть определена по формуле,

$$L_x\ (\text{мкгн}) = \frac{25\,330}{C_{пф} \cdot f^2_{Мгц}}.$$

Для измерения величин неизвестных емкостей желательно располагать градуированным прямоемкостным переменным конденсатором порядка 450 *пф*. Порядок производства измерения следующий: составляют параллельный колебательный контур из какой-либо индуктивности и конденсатора переменной емкости, пластины которого устанавливают в среднее положение, после чего производится обычное определение резонансной частоты данного контура. Затем параллельно конденсатору переменной емкости присоединяют конденсатор, емкость кото-

4 Зак. 1029

рого желательно определить, и, не меняя величины связи с катушкой ГИР, вращением рукоятки конденсатора переменной емкости вспомогательного контура вновь добиваются резонанса (рис. 8,*в*). Величина неизвестной емкости, очевидно, может быть определена по градуировочной кривой конденсатора из разности между первым и вторым положениями его ротора. Недостатком этого способа, кроме необходимости наличия специального градуированного конденсатора, является также то, что нельзя измерять емкость, величина которой больше максимальной емкости конденсатора переменной емкости.

Можно также определить величину неизвестной емкости и другим способом: с помощью конденсатора постоянной емкости (емкость которого точно известна) определить величину индуктивности какой-либо катушки способом, который был описан выше, после чего известную емкость в вспомогательном контуре заменить конденсатором, емкость которого мы желаем определить, и произвести новое измерение. Емкость конденсатора затем может быть определена по формуле

$$C_x пф = \frac{25330}{L мкгн \cdot f^2 Мгц}.$$

Кроме перечисленных выше случаев применения ГИР, имеется целый ряд других возможностей его использования, которые подскажет радиолюбителю практика работы.

Н. Кружков

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР

Современный радиоприемник, усилитель, телевизор довольно трудно наладить без соответствующей измерительной аппаратуры. При налаживании в первую очередь необходим вольтметр постоянного и переменного тока с высоким входным сопротивлением, а также омметр, позволяющий измерять сопротивления от единиц омов до десятков мегом.

Описываемый ниже универсальный измерительный прибор (рис. 1) дает возможность производить измерения напряжений постоянного и переменного тока и

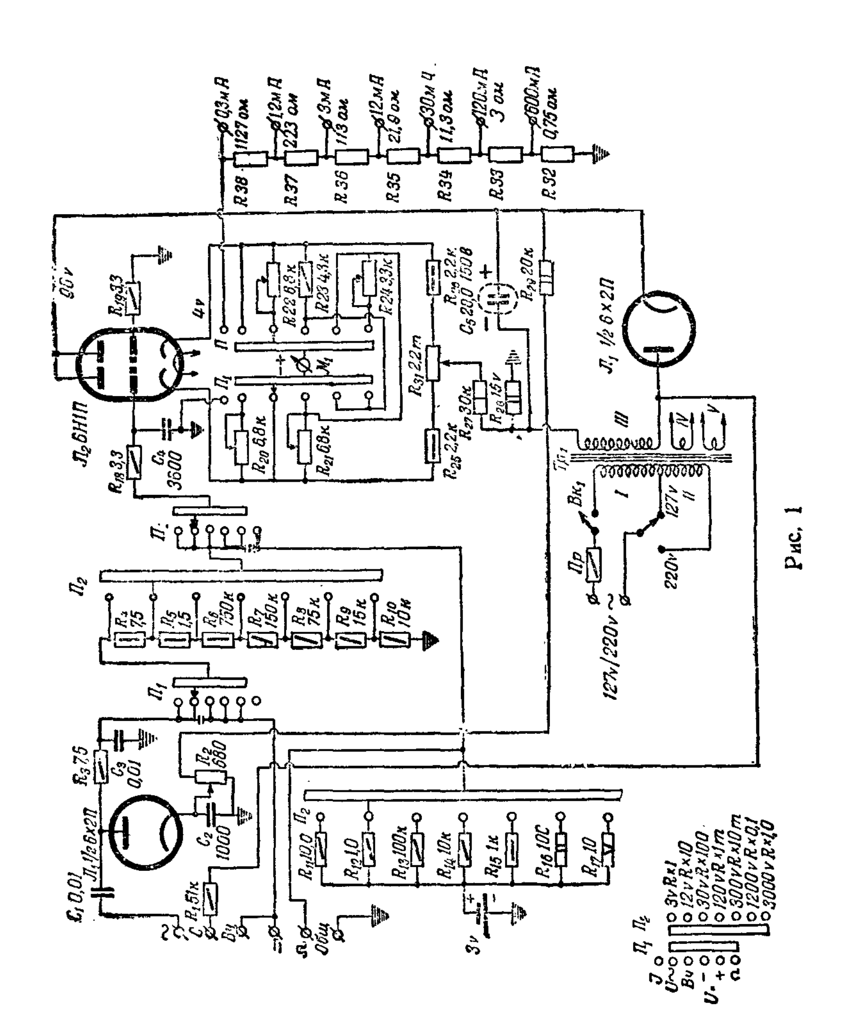


Рис. 1

сопротивлений, а также определять емкость конденсаторов. Постройка и налаживание такого прибора не представляют особой сложности и вполне доступны большинству радиолюбителей.

Измерительный прибор имеет следующие характеристики.

Напряжение постоянного тока можно измерять в пределах от 0,1 до 1200 *в*, силу постоянного тока — в пределах от 10 *мка* до 0,6 *а*.

Измерение напряжений разбито на семь диапазонов: 3—12—30—120—300—600—1200 *в*. Входное сопротивление прибора на всех диапазонах измерения напряжения постоянного тока равно 11 *Мом*.

Напряжение переменного тока с частотой от 30 *гц* до 50 *кгц* можно измерять в тех же пределах и на тех же диапазонах, что и напряжение постоянного тока. Входное сопротивление прибора при измерении напряжения переменного тока равно 2,5 *Мом*.

Напряжение переменного тока ВЧ в диапазоне от 0,5 до 150 *Мгц* при входном сопротивлении 1 *Мом* можно измерять в пределах от 0,1 до 120 *в*. Измерения производятся при помощи специального выносного пробника, присоединяемого к прибору при помощи шланга. Входная емкость пробника около 3 *пф*.

Сопротивления можно измерять в пределах от 0,2 *ом* до 1000 *Мом*. Омметр имеет семь кратных шкал: основную от 0 до 1000 *ом* и шесть шкал: $\times 10$; $\times 100$; $\times 1000$; $\times 10000$; $\times 10^5$ и $\times 10^6$. Кроме того, прибором можно измерять емкости конденсаторов в пределах от 1 до 10 000 *пф*.

При колебаниях напряжения питающей сети в пределах $\pm 15\%$ погрешность в измерениях не превышает 1—2%.

Схема

Прибор состоит из следующих основных частей: вольтметра постоянного тока, выполненного по мостиковой схеме и дающего полное отклонение стрелки измерительного прибора при напряжении на сетке левого триода $Л_2$, равном ± 3 *в*; делителя напряжения, общего для измерений постоянного и переменного напряжений; диодного выпрямителя — для измерения переменных напряжений; добавочных сопротивлений и 3-вольтовой батареи, входящих в схему омметра, и выпрямителя питания.

Измерительный мостик (рис. 2,*а*) собран на двойном триоде типа 6Н1П ($Л_2$). Он составлен из триодов лампы $Л_2$ и сопротивлений R_{25} и R_{26}, включенных в катодную цепь триодов и соединенных между собой общим сопротивлением R_{31}. В диагональ моста включен измерительный прибор и калибровочные сопротивления. Мостиковая схема позволяет использовать почти любой измерительный стрелочный прибор, но не грубее, чем на 1 *ма*. Следует помнить, что обычно чем чувствительнее прибор, тем большим классом точности он обладает. В данной схеме использован прибор чувствительностью 150 *мка* на всю шкалу. При использовании приборов с другой чувствительностью необходимо изменить величину калибровочных сопротивлений R_{20}, R_{21}, R_{22}. Величину этих сопротивлений можно подсчитать по формуле

$$R\ ком = \frac{1000}{I_{пр}\ мка},$$

где $I_{пр}$ — величина тока в микроамперах, при которой стрелка прибора отклоняется на всю шкалу.

Так как вся нагрузка включена в катодную цепь лампы $Л_2$, то схема работает в режиме катодного повторителя и оказывается охваченной стопроцентной отрицательной обратной связью по току. Это позволяет получить совершенно линейную шкалу при измерении напряжений и малую погрешность в измерениях при колебаниях напряжения питающей сети. Чтобы лампа $Л_2$ не запиралась слишком большим отрицательным напряжением, получающимся за счет падения напряжения на катодных сопротивлениях, в сеточную цепь лампы $Л_2$ вводится положительное противосмещение, снимаемое с делителя, состоящего из сопротивлений R_2, R_{28} и R_{29}. Напряжение противосмещения на 4 *в* меньше напряжения, развиваемого на катодных сопротивлениях, которое и является нормальным напряжением смещения $Л_2$.

Измеряемое напряжение прикладывается к сетке левого триода лампы $Л_2$. Изменение напряжения на управляющей сетке триода вызовет изменение его анодного тока, что в свою очередь приведет к разбалансировке моста и через измерительную диагональ-миллиамперметр потечет ток, величина которого прямо пропорциональна величине измеряемого напряжения.

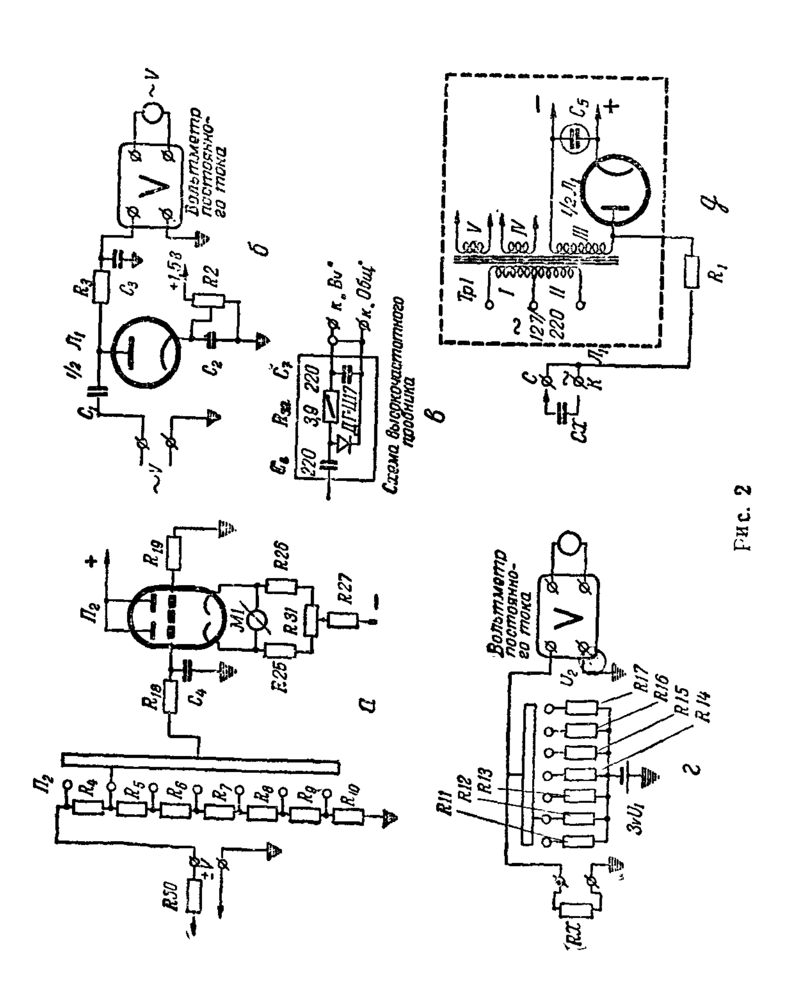


Рис. 2

Все это верно до тех пор, пока измеряемое напряжение не превысит величину отрицательного смещения лампы (—4 *в*).

Рассмотрим работу схемы в том случае, когда измеряемое напряжение превысит напряжение смещения. Допустим, что к сетке левого триода лампы $Л_2$ приложено большое положительное напряжение, которое сверх нормы увеличило анодный ток триода. Этот ток, протекая по сопротивлению R_{27}, создаст на нем падение напряжения, которое в виде отрицательного смещения поступит на сетки обоих триодов лампы $Л_2$ и уменьшит их анодный ток до нормального. Если же измеряемое напряжение имеет отрицательную полярность, то оно уменьшит анодный ток триода до 0. Хотя при этом ток через прибор будет в 1,5 раза превышать номинальный ток, при котором стрелка отклоняется на всю шкалу, однако такая перегрузка вполне допустима и никакого вреда прибору не приносит. Итак, какую бы перегрузку мы ни давали, ток через измерительный прибор никогда не превысит допустимой величины. Как показали испытания, схема свободно выдерживает 1000-кратную перегрузку.

Рабочий предел отклонения измеряемого напряжения в обе стороны выбран равным ± 3 *в*, на что и рассчитано полное отклонение стрелки миллиамперметра. Такой предел выбран из соображений использования линейных участков характеристики лампы $Л_2$.

В схеме вольтметра постоянного тока (рис. 1 и рис. 2,*а*) сопротивление R_{31} служит для сбалансировки измерительного мостика и установки стрелки прибора на нуль. Для расширения пределов измерения использован делитель напряжения, состоящий из сопротивлений R_4—R_{10}. Конденсатор C_4 и сопротивление R_{18} образуют фильтр, необходимый для сглаживания пульсаций при измерении переменных напряжений. Конденсатор C_4 предохраняет также сеточную цепь левого триода лампы $Л_2$, когда переключатель $П_1$ стоит в положении измерения постоянного тока, а на вход прибора случайно попадет переменное напряжение. Конденсатор C_4 не должен иметь утечки, так как в противном случае он будет шунтировать делитель входного напряжения и входное сопротивление прибора уменьшится. Поэтому конденсатор C_4 лучше поставить слюдяной. Монтировать его нужно непосредственно к штырьку панельки лампы $Л_2$.

Сопротивление R_{30} помещается в щупе пробника постоянного тока. При измерении постоянного напряжения на сетке генераторной или высокочастотной лампы это сопротивление предохраняет высокочастотные цепи от влияния емкости проводов щупа прибора. Следует помнить, что щуп с сопротивлением должен применяться только при измерениях напряжений постоянного тока.

Прибором можно измерять как положительное, так и отрицательное напряжение, не меняя местами измерительные щупы. Переход от измерения положительного напряжения к измерению отрицательного напряжения осуществляется при помощи переключателя $П_1$, меняющего полярность включения микроамперметра. При помощи сопротивления R_{31} стрелку прибора можно также установить в середине шкалы. В этом случае измерения положительного и отрицательного напряжения можно производить без использования переключателя или перемены местами щупов, что очень удобно, например, при налаживании частотного директора УКВ ЧМ приемника или телевизора.

Упрощенная принципиальная схема вольтметра переменного тока приведена на рис. 2,*б*. Выпрямление переменного тока осуществляется при помощи одного из диодов лампы $Л_1$ типа 6Х2П. При подведении переменного напряжения к входным зажимам конденсатор C_1 будет заряжаться через диод до тех пор, пока напряжение на нем не станет равным пиковому значению подведенного напряжения. По окончании заряда конденсатора C_1 ток, протекающий через диод, прекращается. Затем конденсатор начинает медленно разряжаться через сопротивление R_3, делитель напряжения, состоящий из сопротивлений R_4—R_{10}, и внешнюю цепь, из которой подводится переменное напряжение. При положительном полупериоде измеряемого напряжения диод снова начинает проводить, и конденсатор C_1 вновь накопит ту часть своего заряда, которую он потерял во время разряда на сопротивления R_3 и R_4 — R_{10} (см. рис. 1). Сопротивление R_4 подобрано так, что на левую сетку лампы $Л_2$ подается постоянная составляющая выпрямленного напряжения, равная по величине эффективному значению переменного напряжения при его синусоидальной форме. Это сделано для того, чтобы получить совпадение шкал по постоянному и переменному току. Конденсатор C_3 и сопротивление R_3 образуют фильтр, предназначенный для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения. Как известно, в любой электронной лампе, катод которой разогрет, существует начальный ток, вызванный тепловым движением электронов. Его величина колеблется в пределах от 0,7 до 1,5 *в*. Если не принять специальных мер, то за счет начального тока диода стрелка прибора отклонится на некоторую величину, хотя никакого переменного напряжения на вход вольтметра и не будет подано. Для устранения этого явления в катодную цепь диода вводится положительное компенсирующее напряжение, снимаемое с потенциометра R_2. В результате этого стрелка прибора остается на нуле при переходе от измерения постоянного тока к измерению переменного тока. Если измеряемое напряжение имеет частоту свыше 50 *кгц*, то начинает сказываться погрешность, вносимая входной емкостью прибора и измерительных щупов. Поэтому для измерений напряжений, частота которых превышает 0,5 *Мгц*, применяется высокочастотный пробник, собранный на германиевом диоде ДГ-Ц 17. Схема высокочастотного пробника приведена на рис. 2,*в*. В этой схеме конденсатор C_6 является зарядным, а конденсатор C_7 и сопротивление R_{32} образуют фильтр пульсаций. Пробник соединяется с прибором посредством экранированного провода с двухполюсной вилкой на конце. Необходимо помнить, что максимальное обратное пробивное напряжение для диода ДГ-Ц 17 составляет 200 *в*.

Когда переключатель $П_1$ стоит в положении измерения сопротивлений, тогда измерения фактически опять производятся вольтметром постоянного тока (рис. 2,*г*). Вольтметр измеряет при этом ту часть напряжения, получаемого от 3-вольтовой батареи, которая падает на измеряемом сопротивлении R_x. Это сопротивление включается последовательно с одним из известных сопротивлений R_{11}—R_{17} цепи омметра и образует с ним делитель напряжения. Напряжение U_2 поступающее с делителя на вход вольтметра, может быть подсчитано по формуле

$$U_2 = U_1 \frac{R_x}{R_x + R_{11-17}}.$$

В том случае, когда к входным зажимам не подключено никакого измеряемого сопротивления, вольтметр из-

меряет напряжение батарейки U_1, стрелка измерительного прибора показывает бесконечность.

Перед тем как приступить к измерению сопротивлений, следует при помощи сопротивления R_{24} установить стрелку прибора на бесконечность. Величина измеряемого сопротивления отсчитывается на шкале прибора непосредственно в омах.

Прибор позволяет также измерять емкости конденсаторов в пределах от 1 до 10 000 *пф*. Схема измерения емкостей приведена на рис. 2,*д*. Как видно из схемы, переменное напряжение с повышающей обмотки силового трансформатора $Тр_1$ через сопротивление R_1 и измеряемый конденсатор C_x поступает на вход вольтметра переменного тока. Так как реактивное сопротивление конденсатора небольшой емкости на частоте 50 *гц* очень велико, то он образует с входным сопротивлением вольтметра делитель напряжения и на вход вольтметра будет поступать не все напряжение вторичной обмотки трансформатора, а только часть его, прямо пропорциональная величине измеряемой емкости. Определение емкости измеряемого конденсатора производится по графику.

Кривые показывают зависимость измеренного напряжения на данной шкале от емкости измеряемого конденсатора. Измерение емкостей от 1 до 10 *пф* производится на 3-вольтовой шкале, емкостей от 10 до 100 *пф* — на 12-вольтовой шкале, емкостей от 100 до 300 *пф* — на 30-вольтовой шкале и емкостей от 200 до 10 000 *пф* — на 120-вольтовой шкале. Сопротивление R_1 предохраняет повышающую обмотку от случайного замыкания на корпус и на измерение емкостей никакого влияния не оказывает ввиду своей малой величины.

При измерении силы постоянного тока микроамперметр при помощи переключателя $П_1$ подключается к универсальному шунту, состоящему из сопротивлений R_{32}—R_{38}.

Прибор питается от однополупериодного выпрямителя, собранного на одном из диодов лампы $Л_1$ типа 6Х2П и дающего на выходе около 140 *в* выпрямленного напряжения (см. рис. 1). Конденсатор C_5 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения. Так как катод лампы $Л_1$ находится под высоким потенциалом по отношению к земле, то нить накала этой лампы следует питать от отдельной, хорошо изолированной от земли накальной обмотки.